



# Атмосферные исследования



## Программа GLOBE™ Учебное исследование



# Атмосферные исследования: краткий обзор



## Практические работы

Ежедневные измерения, которые производятся в течение одного часа до или после местного солнечного полудня:

тип облаков

плотность облачного покрова

количество осадков (дождя или снега)

кислотность (рН) осадков

текущая температура воздуха

максимальная температура воздуха за прошедшие сутки

минимальная температура воздуха за прошедшие сутки

## Предлагаемая последовательность проведения работ и занятий

Прочтение раздела «Атмосферные исследования: приветствие».

Копирование письма ученого и интервью с ученым и раздача копий письма и интервью учащимся.

Прочтение описаний *практических работ*: точное определение того, что и как следует измерять.

Прочтение краткого описания учебных занятий в начале раздела «Учебные занятия».

Выполнение подготовительных работ перед началом выполнения практических работ:

*Наблюдение, описание и идентификация облаков*

*Оценка плотности облачного покрова: имитация.*

Установка укрытия для приборов и дождемера в подходящем месте на пришкольном участке. Если это возможно, планируйте размещение приборов с участием учащихся. Критерии размещения приборов приведены в разделе «Практические работы».

Загрузка исходной информации о выбранном участке атмосферных исследований в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Копирование рабочего листа атмосферных данных, содержащегося в «Приложении».

Обучение школьников навыкам выполнения ежедневных измерений в соответствии с инструкциями, приведенными в описаниях практических работ.

Ежедневная загрузка собранных данных в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Прохождение остальных учебных занятий по мере выполнения ежедневных измерений.



## Особое примечание

Не забудьте приготовить приборы, необходимые для выполнения практических работ по теме «Атмосферные исследования». Информацию о возможных способах получения или приобретения этих приборов см. в разделе «Комплект инструментов и материалов».



# Содержание

## **Атмосферные исследования: приветствие**

Письмо ученого учащимся ..... Приветствие-4

Познакомьтесь: д-р Сьюзен Поставко ..... Приветствие-5



## **Введение**

Крупным планом ..... Введение-1

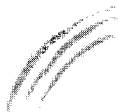
Обзор полевых атмосферных исследований ..... Введение-2

В центре внимания: основные научные идеи ..... Введение-3

Подготовка к полевым работам ..... Введение-5

Обзор учебных занятий ..... Введение-7

Оценка усвоения материала ..... Введение-7



## **Практические работы**

Как проводятся атмосферные исследования ... Практические работы-2

Определение типа олаков ..... Практические работы-4

Измерение плотности облачного покрова ..... Практические работы-5

Измерение количества дождевых осадков ..... Практические работы-6

Измерение количества твердофазных осадков ..... Практические работы-9

Измерение кислотности (pH) осадков ..... Практические работы-12

Максимальная, минимальная и текущая температура ..... Практические работы-15



## **Учебные занятия**

Наблюдение, описание и идентификация облаков . Учебные занятия-2

Оценка плотности облачного покрова: имитация .... Учебные занятия-6

Изучение укрытия для приборов ..... Учебные занятия-9

Изготовление термометра ..... Учебные занятия-13

Земля, вода и воздух ..... Учебные занятия-22

Наблюдение облаков ..... Учебные занятия-24



## **Приложение**

Рабочий лист данных ..... Приложение-2

Определение типа облаков ..... Приложение-4

Глоссарий ..... Приложение-8

Листы ввода данных программы GLOBE в сети Web .... Приложение-9



# Письмо ученого учащимся

Скопируйте и  
раздайте  
учащимся

Дорогие учащиеся!

Здравствуйтесь, меня зовут Сьюзен Поставко. Я — ведущий научный специалист по атмосферным и климатическим исследованиям в рамках программы GLOBE. Я преподаю на метеорологическом факультете Университета штата Оклахома в городе Норман, в Оклахоме. В оклахомскую группу атмосферно-климатических исследований входят также д-р Марк Моррисси, г-жа Рене Макферсон, д-р Кен Кроуфорд и д-р Раджив Говда. Кроме того, с нами сотрудничают несколько выпускников университета и аспирантов. Мы рады приветствовать вас, новых участников атмосферных и климатических исследований, и надеемся сотрудничать с вами.



Почти все на нашей планете интересуются, в той или иной степени, климатом и изменениями климата, потому что, в конечном счете, долгосрочные изменения температуры и количества осадков во всем мире коснутся каждого из нас. Во многих странах внедряются образовательные, информационные и учебно-подготовительные программы, направленные на повышение уровня сознательности в отношении возможных последствий климатических изменений. Для того, чтобы выявить долгосрочные закономерности этих изменений, мы должны усовершенствовать применяемые методы контроля глобальных климатических характеристик.

Производя ежедневные измерения характеристик облаков, температуры и количества осадков, вы помогаете нам прощупывать пульс планеты. Участвуя в контрольных наблюдениях за изменениями, происходящими по всему миру, вы берете на себя большую ответственность, но мы уверены, что вы справитесь со своей задачей.

Измеряя параметры окружающей среды и обмениваясь полученными данными с учащимися из разных стран мира, вы приобретаете знания и навыки, которые позволят вам принять решения, от которых зависит, в каком мире будут жить следующие поколения людей.

Мы будем сообщать вам последние результаты изучения погоды и климата и просим вас посылать нам информацию о любых открытиях, которые вам удастся сделать!

Снова приветствуем вас — новых участников программы GLOBE! Надеемся, что ваше участие в программе будет увлекательным и интересным!

*Susan Postawko*

Д-р Сьюзен Поставко  
Университет штата Оклахома  
Норман, Оклахома, США

# Познакомьтесь: д-р Сьюзен Поставко

Скопируйте и  
раздайте  
учащимся

Интервью с ученым

Приветствие

Д-р Поставко. Я — доцент метеорологического факультета Университета штата Оклахома в городе Норман, в Оклахоме. Я интересуюсь погодными условиями на нашей планете и на других планетах, в частности, на Марсе. Я изучаю процессы, происходившие на Марсе после формирования Солнечной системы, и сравниваю их с процессами, которые могли происходить в ту же эпоху на Земле.

*GLOBE. Есть ли на Марсе погода?*

Д-р Поставко. У Марса есть атмосфера, а на любой планете с атмосферой есть погода. Атмосфера Марса примерно в 100 раз более разреженная, чем на Земле, и средняя температура на Марсе ниже точки замерзания воды. Тем не менее, рассматривая Марс в телескоп, мы замечаем структуры облаков, сходные с земными. Вскоре после формирования Марса, примерно 4 миллиарда лет тому назад, он мог во многом походить на Землю. На Марсе видны объекты, похожие на русла высохших рек, и другие признаки того, что по поверхности Марса текла вода. Три миллиарда лет тому назад Марс, может быть, еще не так отличался от Земли. Меня интересует, в частности, один вопрос: если Марс и Земля вначале были похожи, почему они стали такими разными?

*GLOBE. Существует ли вода в жидком состоянии на какой-нибудь из планет Солнечной системы, кроме Земли?*

Д-р Поставко. Может быть, на Европе, одном из спутников Юпитера. Имеются убедительные свидетельства того, что под ледяной корой Европы, толщина которой, вероятно, составляет десятки метров, существует вода в жид-


ком состоянии. Мы думаем, что на Европе есть жидкая вода, потому что у этого спутника необычайно гладкая поверхность. Большинство известных тел в Солнечной системе сплошь покрыты кратерами, но на Европе, судя по изображениям, полученных «Вояджерами», неровности поверхности не превышают примерно двух метров по высоте. Это примерно все, что нам известно. Возникает впечатление, что при возникновении любой более крупной возвышенности на Европе она заполняется пропитывающей ее снизу жидкостью; так как поверхность Европы состоит из льда, можно уверенно сделать вывод, что эта жидкость — вода.

*GLOBE. Выходит, что Европа гладкая, как бильярдный шар?*

Д-р Поставко. Да. Солнечная система полна удивительных вещей. Рассматривая изображения других планет и спутников, я часто говорю себе: «Поразительно! Как такое могло получиться?»

*GLOBE. Какие данные вы хотели бы получать от учащихся, участвующих в программе GLOBE, и почему они вам нужны?*

Д-р Поставко. Меня интересуют дождевые осадки и облака, так как от них зависит количество воздействующего на поверхность планеты солнечного света — Солнце дает всю энергию, потребляемую планетой. Благодаря этой энергии существует жизнь. Нам нужно узнать больше о том, сколько солнечного света проникает через атмосферу, и какие облака могут отражать солнечный свет. Информация об облаках позволяет нам узнать также о том, сколько водяного пара содержится в атмосфере, а это, в свою очередь, дает



возможность объяснить гидрологический цикл — возможно, важнейший из экологических циклов на Земле. Сколько воды испаряется с поверхности Земли? Сколько воды содержится в атмосфере? Сколько осадков выпадает в том или ином месте, в то или иное время?

В наше время все говорят о глобальном потеплении. Мы еще не знаем в точности, как человеческая деятельность отражается на атмосфере, но правда заключается в том, что климат на Земле всегда изменялся. В прошлом были периоды, когда на Земле было холоднее и теплее, чем в наше время. Необходимо понять эти климатические изменения для того, чтобы мы могли приспособиться к новым переменам. Настанет ли новый ледниковый период? Как это повлияет на людей — где они будут жить, и какие сельскохозяйственные культуры они смогут выращивать?

*GLOBE.* *Вы можете определить закономерности изменений, но можете ли вы определить их причины?*

Д-р Поставко. Не всегда. Земля — сложная система, и ученым приходится знать все понемногу — метеорологию, океанографию, геологию, биологию и все остальное, — чтобы на самом деле разобраться в том, что вызывает то или иное изменение. В течение длительного времени ученые вели исследования только по своей узкой специальности. Только недавно мы осознали, что Землю невозможно понять, рассматривая ее по частям. Поэтому выяснение причин происходящих изменений труднее обнаружения самих изменений. Нам кажется, что изменения количества и распределения осадков связаны с небольшим потеплением во всем мире. Но тогда логичным становится вопрос: «А почему происходит

такое небольшое потепление?» Может быть, причиной является увеличение содержания двуокиси углерода в атмосфере. А может быть, есть какая-то иная причина.

*GLOBE.* *Наблюдается ли какой-нибудь прогресс в области изменения погодных условий? Удастся ли, например, увеличить количество дождевых осадков в пустынях?*

Д-р Поставко. Это вопрос, вызывающий разногласия. С тех пор, как люди начали наблюдать за погодой, они пытались изменить ее. Мы пробовали рассеивать вещества в облаках, чтобы вызвать дождь. Мы пробовали рассеивать вещества в ураганных циклонах над океаном, чтобы остановить ураганы прежде, чем они достигнут суши. Правда заключается в том, что мы не знаем, приводят ли наши действия к каким-либо результатам. Мы не знаем, например, будет ли рассеяние веществ в облаках способствовать выпадению дождя, или дождь пойдет и без нашего вмешательства.

*GLOBE.* *Помогают ли ученым собранные учащимися данные о погодных условиях?*

Д-р Поставко. Очень помогают. Мы участвуем в программе, в соответствии с которой учащиеся, живущие в Тихоокеанском регионе, измеряли количество дождевых осадков в течение последних трех лет. В Тихоокеанском регионе, как вы понимаете, очень много воды и очень мало суши — поэтому данные, полученные нами от учащихся, бесценны; они помогают нам понять изменения температуры и количества осадков по всему региону. Фактически, учащиеся произвели, вероятно, около 30% всех наблюдений, зарегистрированных в Тихоокеанском регионе.

*GLOBE.* Расскажите немного о себе. Где вы родились? Где вы выросли?

Д-р Поставко. Я выросла в городе Сент-Луис, в штате Миссури, и поступила в колледж при Университете штата Миссури в Сент-Луисе. Я очень интересовалась астрономией, и поэтому выбрала курсы физики и астрономии. Я всегда увлекалась наукой, но никогда не испытывала особого влечения к математике. В колледже я увидела, как математика применяется в науке, и увлеклась математикой. Я даже стала помощником преподавателя математики, о чем раньше мне и мечтать не приходилось! В конце концов я получила степень бакалавра физических и астрономических наук. В области астрономии меня интересовало в основном изучение планет. Когда я думала о том, по какой теме проходить аспирантуру, один из профессоров порекомендовал мне программы изучения атмосферных характеристик, так как в рамках этих программ выполняются исследования атмосфер других планет. Поэтому я закончила аспирантуру в Университете штата Мичиган в области изучения атмосферы. Я получила докторскую степень в 1983 г., а потом занималась изучением эволюции и атмосферных характеристик планет в Университете штата Гавайи. В 1991 г. мой муж и я перешли на работу в Университет штата Оклахома, и теперь я преподаю на весьма традиционном факультете метеорологии, с очень забавными людьми. Как только погода портится, все бегут к своим автомобилям, чтобы гоняться за торнадо.

*GLOBE.* Вы гоняетесь за торнадо?

Д-р Поставко. Они гоняются за торнадо. Когда погода портится, мне все еще хочется забраться поглубже в подвал. Но все остальные бегут к своим машинам. Аспиранты грозятся, что в один прекрасный

день они вытащат меня посмотреть на торнадо. У каждого из них есть видеокамера. Я предпочитаю смотреть на торнадо, заснятое на видеопленку.

*GLOBE.* Что, если торнадо начнет гоняться за вами?

Д-р Поставко. Тогда дело плохо.

*GLOBE.* У вас есть дети?

Д-р Поставко. Нет, но у меня живут четыре собаки, пять кошек и четыре птицы.

*GLOBE.* Что вы делаете для развлечения?

Д-р Поставко. Я предпочитаю в основном развлечения научного характера. Мне нравится выходить по вечерам с биноклем и рассматривать созвездия, ждать падающих звезд, искать планеты. С тех пор, как мы переехали в Оклахому, мое представление о развлечениях резко изменилось. На Гавайях я занималась бегом трусцой, греблей на каяке и подводным плаванием с аквалангом. В Оклахоме не поныряешь с аквалангом. Но в других отношениях это интересный штат.

*GLOBE.* Вы заинтересовались астрономией в старших классах средней школы?

Д-р Поставко. Я интересовалась астрономией с тех пор, как я себя помню. Я думаю, это объясняется отчасти тем, что мой отец любил искать созвездия на небе. Он читал мне о планетах и прочих вещах.

*GLOBE.* Как вы относились к науке, когда учились в средней школе?

Д-р Поставко. Мне всегда нравилась наука. Я испытывала трудности с математикой, потому что не понимала ее полезности. В колледже моим консультантом была дама маленького роста с





волосами, крашеными в синий цвет. Когда я сообщила ей, что хочу заниматься физикой и астрономией, он сказала: "Дорогая моя, но ты же знаешь, что для этого требуется куча математики". Я ответила: "Ладно, мне, видимо, придется заняться кучей математики". Она думала, что я хочу заниматься испанским языком, потому что мы учили испанский в школе. Но я объяснила ей, что я не хочу заканчивать колледж по этой специальности.

*GLOBE.* *Пытался ли кто-нибудь отговорить вас от занятий наукой на том основании, что вы — женщина?*

Д-р Поставко. Только эта женщина-консультант в колледже. Она, скорее всего, редко встречала женщин, изучающих естественнонаучные дисциплины. На самом деле, когда я слышу, как женщины рассказывают о препятствиях, которые им пришлось преодолеть, я просто восхищаюсь их настойчивостью, потому что я никогда не представляла себе, чтобы кто-нибудь мог помешать мне заниматься тем, чем я хочу заниматься. Мои родители всегда советовали мне делать то, что мне хочется делать. Мои

профессора были замечательные люди, которые никогда даже не намекали, что мне следовало бы заняться чем-нибудь, кроме науки.

*GLOBE.* *Если бы из волшебной лампы появился джинн и предложил бы вам ответить на любой вопрос, какой вопрос вы задали бы ему?*

Д-р Поставко. На что был похож Марс в ранний период его существования? Я затратила много лет на то, чтобы это узнать.

*GLOBE.* *Можно ли это узнать, не посылая людей на Марс, или необходимо, чтобы на Марсе высадились люди и произвели раскопки?*

Д-р Поставко. Я считаю, что в конечном счете присутствие людей на Марсе необходимо. Одна из проблем, связанных с дистанционно управляемыми аппаратами, заключается в том, что машина не умеет замечать необычные вещи и производить испытания необычных образцов. Нам удалось очень много узнать о Луне именно потому, что астронавты могли осмотреться и определить, что именно заслуживает изучения.

- GLOBE:* Что было для вас, как для ученого, самой трудной задачей?
- Д-р Поставко. Удивительно то, что в науке почти каждый день приходится делать вещи, которые еще никто никогда не делал. Вы узнаете новые вещи, которые еще никому не были известны. Увлекательны не только большие открытия, на которые можно натолкнуться, если повезет, но и ежедневный вклад, который вы прибавляете к общему количеству знаний.
- GLOBE:* Какое удовлетворение приносят научные исследования?
- Д-р Поставко. Я думаю, что ученые находят удовлетворение в двух вещах. Во-первых, они ищут и находят то, что помогает другим людям в их повседневной жизни. Взгляните на технические достижения, которыми мы пользуемся сегодня. Все они появились в результате научных исследований. Кроме того, удовлетворение приносит возможность увеличивать объем знаний о Земле, о других планетах, о Вселенной. Невозможно предсказать, какого рода информация может помочь будущим поколениям. Я не думаю, что Исаак Ньютон, когда он развивал дифференциальное и интегральное исчисление или разрабатывал закон гравитационного притяжения, был уверен в том, что эти достижения будут применяться будущими поколениями, но мы пользуемся его достижениями, когда посылаем космические аппараты к Юпитеру.
- GLOBE:* Кто были ваши герои в детстве?
- Д-р Поставко. Астронавты. Я хотела стать астронавтом. Я считала, что нет более интересных и замечательных людей.

- GLOBE:* Можете ли вы дать какой-нибудь совет школьникам, интересующимся экологическими науками?
- Д-р Поставко. Нужно испытывать уверенность в себе. Делать то, что хочется делать. Не позволять другим убеждать вас в том, что у вас не хватит способностей для того или иного дела, потому что, если я смогла заниматься тем, чем мне хотелось заниматься, значит, этого может добиться каждый. Нужно следовать влечению сердца, заниматься тем, что вас на самом деле интересует. Если вы приложите достаточно умственных усилий, у вас это получится. Такие советы кажутся самонадеянными, и если бы кто-нибудь посоветовал мне это, когда я училась в восьмом классе, я бы сказала: "Ну да, конечно! Вы не знаете, о чем вы говорите." Но это правда.
- GLOBE:* Не хотели бы вы что-нибудь добавить?
- Д-р Поставко. Я надеюсь, что школьники не представляют себе ученых людьми, которые сидят в башнях из слоновой кости, в полном отрыве от реального мира. Наука и есть реальный мир. Наука похожа на детективную повесть. Идет постоянный поиск ответов на вопросы. Почему произошло это, почему происходит что-то другое? Есть много научных исследований, которые могут быть интересными и увлекательными для школьников.



# Введение

Атмосферные  
исследования



## Крупным планом

“Все говорят о погоде, но никто ничего не делает!” — жалобы такого рода высказывались людьми всего мира в течение многих веков. На самом деле, кое-что уже делается по поводу погоды. Ученые из разных стран мира ежедневно изучают погодные условия, а теперь, благодаря программе GLOBE, им могут помочь ваши ученики. Результаты их измерений будут способствовать лучшему пониманию климата планеты.

Атмосферу изучают по многим причинам. Каждый день мы хотим знать, какая температура будет завтра, чтобы решить, какую одежду надеть, потребуется ли нам зонтик, когда мы выйдем из дома, и нужен ли нам головной убор, чтобы защититься от ультрафиолетовых лучей Солнца. Фермеры должны знать, выпадет ли достаточное количество дождей, в которых нуждаются сельскохозяйственные культуры. Требуется знать, выпадет ли достаточное количество снега на лыжных курортах. Жители районов, в которых часто наблюдаются ураганы, хотят знать, сколько ураганов следует ожидать в наступающем году. Почти каждый из нас хочет знать, какая будет погода, не только завтра или послезавтра, но в течение следующих шести месяцев, года или даже десяти лет! Метеорологи изучают не только то, что происходит с погодными условиями в мире сегодня, но и почему те или иные погодные условия существовали в прошлом, и какими они могут быть в будущем.

“Погодой” мы называем явления, происходящие в атмосфере сегодня, завтра или на следующей неделе. “Климатом” называют постоянные характеристики погодных условий в течение длительных периодов времени. Например, в том или ином городе в данный момент температура воздуха может составлять 25 градусов по шкале Цельсия (это одно из погодных условий), но если мы изучим метеорологические данные за прошедшие 30 лет, мы можем обнаружить, что средняя температура в этом городе в этот день года составляла 18 градусов по шкале Цельсия (это климатическая характеристика). Мы можем обнаружить также, что в течение прошедших 30 лет температура в этом городе изменялась в этот день года от 12 градусов до 30 градусов по шкале Цельсия. Следовательно, регистрируемую в данный момент температуру — 25 градусов — нельзя считать необычной.

Изучая историю климата на Земле, мы замечаем, что температура и количество осадков в любом наблюдаемом регионе изменяются со временем.

Например, изображения, полученные с помощью некоторых спутников, позволяют установить, что когда-то через пустыню Сахару протекали большие реки. Мы считаем также, что часть Африки в свое время была покрыта льдами, и что большую часть территории Соединенных Штатов занимало неглубокое море. Все эти изменения произошли гораздо раньше, чем в соответствующих регионах появились люди. Если климат тех времен настолько отличался от нынешнего, можем ли мы предсказать, что произойдет в будущем?

Атмосфера Земли — тонкий слой газов, состоящий примерно на 79 процентов из азота, на 20 процентов из кислорода и на 1 процент из нескольких других газов (в том числе водяных паров и двуокиси углерода). Атмосфера весьма динамична, и изменения, происходящие в одной части мира, чаще всего, приводят к изменениям в других регионах. Многие ученые озабочены тем, что сжигание минерального топлива, такого, как уголь и нефть, приводит к накоплению чрезмерного количества двуокиси углерода в атмосфере, и что такое накопление двуокиси углерода может привести к потеплению на всей планете. Сжигание топлива приводит также к образованию взвешенных в атмосфере частиц, называемых “аэрозолями”. В масштабе одного района такие аэрозоли могут приводить к снижению температуры, более чем аннулирующему воздействию двуокиси углерода и других газов. Кроме того, сжигание минерального топлива может приводить к увеличению содержания в атмосфере таких газов, как двуокись серы и окиси азота. Наблюдается связь между увеличением количества этих газов и кислотности осадков, которые воздействуют на растения, животных, водоснабжение, почвы и строительные сооружения. Несмотря на естественные изменения климата Земли, деятельность человека может воздействовать на климат гораздо быстрее, чем происходят естественные изменения.

Последствия климатических изменений могут повлиять на все живые существа, обитающие на нашей планете. Международные связи и международное сотрудничество играют жизненно важную роль в понимании возможных глобальных климатических изменений и решении связанных с ними проблем. Измерения параметров окружающей среды необходимы для контроля текущего состояния атмосферы и предупреждения о любых изменениях, которые могут иметь место. Участвующие в программе GLOBE школьники могут помочь ученым в понимании экологических

Приложение

Введение

Крупным планом

Связь

Связь

Приложение



условий, существующих сегодня на Земле, и, со временем, в выявлении любых происходящих изменений.

Люди часто считают, что ученым известно все происходящее во всех частях мира, но это далеко не так. Есть многие регионы, экологические характеристики которых известны ученым только в общих чертах. Даже в отношении тех регионов, о которых имеется кажущееся обилие информации, ученые все еще не знают, как эти факторы изменяются на относительно небольших расстояниях. Измерения, выполняемые учащимися в рамках программы GLOBE, помогут всем нам лучше понять мир, в котором мы живем.



## Обзор полевых атмосферных исследований

Несмотря на то, что имеется множество характеристик атмосферы, понимание которых имеет большое значение, к фундаментальным характеристикам, на которых мы сосредоточим внимание, относятся тип облаков и плотность облачного покрова, температура воздуха, количество осадков и кислотность (рН) осадков. Очень полезна привычка смотреть на небо каждый раз, когда вы выходите из дома или из школы. Начинайте обращать внимание на происходящее в атмосфере. Вас может удивить то, что вы увидите!

Учащиеся будут производить визуальные наблюдения. Они будут оценивать, например, плотность облачного покрова, которая может составлять от нуля (совершенно чистое небо) до 100 процентов (полностью затянутое облаками небо).

Другую характеристику — тип облаков — учащиеся также смогут определять визуально. Ученые определили категории облаков на основе их внешнего вида и высоты расположения. Учащиеся могут быть уже знакомы с некоторыми типами облаков, такими, как грозовые облака, называемые кучеводождевыми облаками, или тонкие ледяные облака, парящие высоко в небе, называемые перистыми облаками. Пользуясь таблицей облачности, подготовленной для участников программы GLOBE, учащиеся смогут относить наблюдаемые облака к одному из десяти типов.

Основным прибором для измерения температуры является термометр. Имеются специальные термометры, позволяющие измерять максимальную и минимальную температуры, т. е. самую высокую и самую низкую температуру, наблюдавшуюся после последнего сброса показаний термометров. Для того, чтобы температура воздуха измерялась точно, необходимо разместить термометр в хорошо проветриваемом месте, защищенном от прямого солнечного света и расположенном

поодаль от источников тепла.

Количество осадков измеряется относительно простым способом. Дождемер представляет собой простой контейнер, улавливающий дождь и оснащенный каким-либо средством измерения количества накопившейся в нем воды. Важно размещать дождемер в месте, удаленном от зданий и деревьев, так как эти препятствия влияют на количество дождя, попадающего в измерительный прибор. В тех регионах, где выпадает снег, необходимо также измерять количество твердофазных осадков. Кислотность (рН) дождевой воды или растаявшего снега можно измерять с помощью лакмусовой бумаги, ручки для измерения рН или другого прибора, измеряющего кислотность и щелочность жидкостей, в зависимости от уровня подготовки учащихся.

Перед фактическим размещением приборов, используемых в ходе исследований, прочтите раздел, посвященный размещению приборов, в главе «Практические работы». Затем совершите вместе с учениками прогулку по пришкольному участку, чтобы определить самые подходящие для установки приборов места. Такая экскурсия поможет вам оценить исходный уровень знаний учащихся и будет способствовать размышлению учащихся о факторах, воздействующих на результаты их измерений.

Ниже приводятся полезные вопросы, которые можно задать учащимся в ходе поиска мест, наиболее подходящих для установки измерительных приборов.

- Где на пришкольном участке видно больше всего облаков? Где видно меньше всего облаков?
- Где на пришкольном участке будет регистрироваться самая высокая температура, и почему? Где будет регистрироваться самая низкая температура, и почему? Можно ли определять в этих местах характеристики, общие для всего пришкольного участка?
- Как находящиеся поблизости здания могут повлиять на результаты измерения температуры?
- Будет ли наблюдаться разница температур между покрытым травой лугом и асфальтированной автомобильной стоянкой или игровой площадкой? Если да, почему?
- Где лучше всего разместить дождемер, чтобы уловить максимальное количество дождя? Следует ли устанавливать в том же месте снегомер, чтобы уловить наибольшее количество снега?

Совершая прогулку по пришкольному участку, попросите учащихся нарисовать план участка.



Учащиеся младших классов могут зарисовать только основные, наиболее заметные объекты, такие, как здания, автомобильные стоянки, игровые площадки и т. п. Учащиеся старших классов могут составить более подробные планы, с учетом характеристик поверхности игровой площадки (заасфальтированной, покрытой травой или утрамбованной землей). Попросите учащихся отметить любые ручьи, пруды и группы деревьев. Они могут измерить высоту зданий и деревьев, пользуясь уклономером и навыками, усвоенными в ходе изучения земного покрова и биологических исследований, и отметить значения высоты на своих картах. Цель состоит в зарисовке плана пришкольного участка, на которой, после выбора места установки метеорологических приборов, учащиеся смогут отметить это место. Это позволит учащимся получить подробное описание физических характеристик участка, окружающего приборы. В последующие годы новые классы учащихся смогут повторять составление такого плана, который поможет им понять, почему было выбрано именно это место для установки приборов.

## В центре внимания: основные научные идеи

В этом разделе мы обсудим, более подробно, научное значение измерений каждой из атмосферных характеристик, которые регистрируются в рамках программы GLOBE.

### Облака

Вода содержится в атмосфере в форме газа (водяного пара), жидкости (капель дождя или капель, образующих облака) и в твердой форме (кристаллов льда или ледяного дождя). Так же, как и большинство других газов, образующих атмосферу, в определенных условиях водяной пар может превращаться в твердые частицы или в капли жидкости. Если температура ниже точки замерзания воды, что всегда наблюдается в высоких слоях атмосферы, образуются микроскопические кристаллы льда. Наблюдаемые нами облака состоят из таких кристаллов или из капель воды.

То, какого типа облака вы наблюдаете, зависит от текущих погодных условий или от тех погодных условий, которые скоро наступят на поверхности земли. Некоторые типы облаков образуются только в хорошую погоду, тогда как другие приносят с собой ливни и грозы. Определение типа облаков позволяет получить важную информацию о вертикальных перемещениях слоев воздуха различной высоты в атмосфере. Обращая внимание на облака, вы скоро сможете предсказывать

погоду на основании наблюдаемого типа облаков!

Каждый из нас знает, что такое облака, но не каждый осознает важную роль, которую они играют в формировании погодных и климатических условий. Функция облаков в климатической системе сложна. Они являются источником осадков, влияют на количество солнечной энергии, поглощаемой Землей, и изолируют поверхность Земли и нижние слои атмосферы. В любой определенный момент примерно половина земной поверхности закрыта облаками. Облака отражают некоторое количество солнечного света, способствуя охлаждению планеты. В то же время, облака поглощают некоторое количество энергии, излучаемой поверхностью Земли, и высвобождают часть этой энергии, которая снова поглощается поверхностью, постоянно подогревая, таким образом, земную поверхность. Измерения, произведенные с помощью спутников, показали, что в среднем облака оказывают более охлаждающее, чем нагревающее воздействие на поверхность Земли. Ученые рассчитали, что, если бы в земной атмосфере вообще не образовывались облака, наша планета была бы теплее в среднем примерно на 30 градусов по шкале Цельсия.

**Вопросы для обсуждения.** Определите среднее количество солнечных дней на протяжении месяца, характерное для вашего района, а также среднемесячную температуру (найдите эти данные в альманахе или в другом справочнике, или произведите поиск в компьютерной сети World Wide Web; по прошествии первого года измерений можно также воспользоваться данными, полученными в рамках программы GLOBE). По мнению учащихся, как изменится температура в вашем районе, если количество солнечных дней увеличится или уменьшится?

### Количество осадков

Другая важнейшая характеристика, измеряемая учащимися — количество осадков. Осадками называют все формы воды, выпадающей, в твердом или жидком состоянии, из атмосферы. "Дождевыми" осадками называют ливневые и морозящие дожди, а "твердофазными" осадками называют снег, обледенение, град и гололед.

Наша планета покрыта, в основном, водой. Фактически, это единственная планета в Солнечной системе, на которой вода в жидком состоянии существует на поверхности в естественных условиях. Почти все формы жизни зависят от воды. Испаряющаяся вода, накапливающаяся в атмосфере, снова выпадает на поверхность Земли — это часть общего гидрологического цикла (цикла обращения воды в природе). Гидрологический цикл заключается в следующем: вода, испаряющаяся с



поверхности океанов и суши, накапливается в атмосфере, выпадает на поверхность Земли в виде осадков и возвращается в море через реки и другие водные пути.

Осадки — важнейший элемент климатической системы. Там, где осадки редки, возникают пустыни. Там, где осадки обильны, наблюдается активный рост растительности. Вода поддерживает жизнь. Осадки играют критическую роль в сельском хозяйстве, водоснабжении и, в некоторых регионах, в энергоснабжении.

Одна из важнейших функций воды на Земле заключается в переносе тепла из *тропиков* в более умеренные широты. Такой перенос тепла осуществляется как благодаря перемещению воды в океане (течениями), так и благодаря перемещению воды в атмосфере. Достигающая земной поверхности энергия Солнца более интенсивна поблизости от экватора, чем поблизости от полюсов. Этим, в основном, объясняется тот факт, что в тропических странах тепло, а в Арктике и Антарктике — холодно.

Большая часть солнечной энергии, воздействующей на поверхность Земли в тропиках, поглощается океанами, что приводит к испарению воды. Водяной пар может свободно перемещаться в атмосфере. По мере того, как он перемещается в более умеренные широты, на юг или на север, водяной пар подвергается воздействию более низких температур и начинает конденсироваться (превращаться из газа в жидкость), формируя облака и выпадая в виде осадков. Когда вода переходит из газообразного состояния в жидкое, она высвобождает в атмосферу тепло. Другими словами, превращение воды из жидкости в газ и затем из газа в жидкость в атмосфере приводит к переносу части солнечной энергии из экваториальных регионов в полярные.

Зная, где образуются облака и где, когда и в каком количестве выпадают осадки, ученые смогут лучше понимать процессы высвобождения и поглощения энергии в земной атмосфере. Это, в свою очередь, помогает ученым понимать поведение всей атмосферы Земли в целом.

**Вопросы для обсуждения.** Определите ежемесячное среднее количество осадков в вашем районе (найдите эти данные в альманахе или в другом справочнике, или произведите поиск в компьютерной сети World Wide Web; по прошествии первого года измерений можно также воспользоваться данными, полученными в рамках программы GLOBE). По вашему мнению, что произойдет, если все осадки выпадут на протяжении только одного месяца? Каковы будут последствия равномерного распределения осадков на всем протяжении года? Что произойдет, если в том или ином году выпадет только половина обычного среднего количества

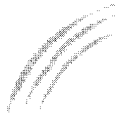
дождевых осадков? Что произойдет, если количество дождевых осадков удвоится? Какие факторы, по вашему мнению, воздействуют на то, где и когда выпадают дождевые осадки?

### **Кислотность (pH) осадков**

Вода перемещается в любом живом организме — растительном или животном. Поэтому химический состав воды влияет на все экологические системы на суше и в воде. Несмотря на то, что нормальные осадки отличаются некоторой кислотностью (pH равен примерно 5,6) в связи с воздействием естественных газов, содержащихся в атмосфере Земли, сжигание минерального топлива приводит к высвобождению в атмосферу газов, которые взаимодействуют с водяными парами и образуют осадки, pH которых меньше 5,6. Выпадение таких *кислотных осадков* может наносить непосредственный ущерб растениям в течение длительных периодов времени, но наиболее серьезный ущерб заключается в ослаблении растений, становящихся более чувствительными к таким неблагоприятным воздействиям, как холод, заболевания, деятельность насекомых-паразитов и засухи. Кислотные осадки выщелачивают питательные вещества, содержащиеся в почве, и могут вызывать высвобождение из почвы растворимых ионов алюминия, повреждающих корни деревьев. Если эти ионы алюминия вымываются в озера, реки и ручьи, они могут наносить вред многим видам рыб.

В дополнение к нежелательному воздействию на живые организмы, кислотные осадки наносят большой вред строительным сооружениям. Известны случаи ускорения коррозии металлов и разрушения каменных сооружений и статуй, вызванных кислотными осадками. Во многих регионах мира знаменитые здания и скульптуры разрушаются со все возрастающей скоростью.

Кислотность (pH) воды может изменяться по мере перемещения воды в окружающей среде. Когда вода конденсируется в атмосфере из водяного пара, она химически нейтральна (pH равен 7,0). Затем газы, такие, как двуокись углерода, и частицы, взвешенные в атмосфере, растворяются в каплях воды, что, как правило, приводит к уменьшению показателя pH, т. е. к повышению кислотности. По мере перемещения воды по поверхности земли или в почве, pH изменяется вследствие химических взаимодействий с веществами, содержащимися в почве и породах. После этого вода поступает в ручьи, реки и озера и, в конечном счете, в океаны. В рамках программы GLOBE учащиеся измеряют показатель кислотности (pH) осадков, почвы и поверхностных вод.



## Температура

Когда мы размышляем о разнице между днем и ночью, между зимой и летом или между тропическим климатом и климатов в полярных зонах, мы без труда представляем себе эту разницу, думая о температуре.

Температура зависит от множества факторов. Одним из важнейших факторов является широта. Ученые, изучающие климатические условия на нашей планете, чрезвычайно заинтересованы в том, чтобы выяснить закономерности изменения температуры на различных широтах в сравнении этих изменений. Большинство компьютерных моделей климатической системы Земли предсказывают, что при потеплении Земли полярные регионы будут нагреваться быстрее, чем тропические (несмотря на то, что полярные регионы останутся более холодными, чем тропические).

Соместное воздействие температуры и осадков имеет большое значение для растений и животных, произрастающих и обитающих в том или ином районе, и даже влияет на характеристики формирующейся в этом районе почвы. Измерения, которые учащиеся производят в рамках атмосферных исследований по программе GLOBE, важны для ученых, изучающих погодные и климатические условия, характеристики земного покрова, биологические, гидрологические и почвенные процессы.

**Вопросы для обсуждения.** Определите ежемесячную среднюю температуру в вашем районе (найдите эти данные в альманахе или в другом справочнике, или произведите поиск в компьютерной сети World Wide Web; по прошествии первого года измерений можно также воспользоваться данными, полученными в рамках программы GLOBE). Наблюдаются ли изменения температуры из месяца в месяц? Если да, то почему, по вашему мнению, они происходят? Считаете ли вы, что во всех районах на той же широте наблюдается одинаковая температура? Если да или нет, то почему? Какие факторы, по вашему мнению, оказывают наибольшее влияние на температуру в вашем районе?

## Подготовка к полевым работам

Выбор расположения участка атмосферных исследований и подготовка укрытия для дождемера и термометра на этом участке — часть исследований, занимающая наибольшее количество времени. См. подробные инструкции по выбору расположения участка и надлежащему размещению приборов в главе “Практические работы”.

Ежедневная регистрация количества осадков и температуры, как правило, занимает не более 10 минут (может быть, несколько дольше, если учащиеся младших классов затрачивают больше времени на регистрацию числовых значений). Наблюдения за облаками занимают примерно 5 минут в день, в зависимости от того, сколько времени вы затрачиваете в классе на обсуждение плотности облачного покрова и типа облаков. Следует ожидать, что наблюдения за облаками будут занимать больше времени, когда учащиеся будут производить их впервые. Опять же, учащиеся младших классов может потребоваться больше времени. В зависимости от используемого метода измерения кислотности (pH) осадков, выполнение этой практической работы может занимать от 5 до 15 минут (дольше, если калибровка ручки или другого прибора для измерения pH давно не производилась).

Все измерения атмосферных характеристик следует производить ежедневно, по возможности, в одно и то же время суток с тем, чтобы можно было точно сравнивать результаты измерений, произведенных по всему миру. В программе GLOBE все атмосферные наблюдения следует производить в течение одного часа до или после наступления местного солнечного полудня, а опорожнение дождемера и сброс показаний термометра следует осуществлять в течение того же двухчасового периода. См. вставку с объяснением метода расчета солнечного полудня. Значит ли это, что такие измерения могут выполнять только те классы, занятия которых проводятся в течение этого периода времени? НЕТ, потому что на эти измерения не затрачивается много времени, и учащиеся из других классов, занятия которых проводились ранее в тот же день, могут производить измерения во время перерыва на ленч (второй завтрак). Самое важное — последовательность проведения ежедневных измерений в одно и то же время.

Один из учащихся может считывать показания дождемера и термометра. Тем не менее, рекомендуется сформировать небольшую группу учащихся, регистрирующих эти показания, с тем, чтобы они могли проверять друг друга. Показания могут снимать одновременно все учащиеся, входящие в эту группу, или каждый из них индивидуально, сравнивая полученные результаты. Если регистрация показаний производится индивидуально, группа учащихся должна обязательно опорожнять дождемер и сбрасывать показания термометра по окончании регистрации данных. Поочередная регистрация показаний несколькими группами учащихся из одного или нескольких классов даст всем учащимся возможность участвовать в этом процессе. Не рекомендуется поручать нескольким



группам учащихся производить измерения в различное время суток на протяжении одного и того же дня, так как это может привести к беспорядочному опорожнению дождемера и сбрасыванию показаний термометра, а следовательно и к включению в отчеты ошибочных данных. Не забывайте о том, что, когда в базу данных программы GLOBE загружается второй отчет, содержащий данные о том же участке атмосферных исследований, зарегистрированные в течение того же дня, он рассматривается как поправка и заменяет первый отчет.

Оценка типа облаков и плотности облачного покрова — *субъективные* измерения; поэтому, чем больше учащихся участвуют в этих наблюдениях, тем лучше. Каждый из учащихся регистрирует результаты своих собственных наблюдений, после чего учащиеся должны согласовать результаты наблюдений всей группы. Не удивляйтесь тому, что сначала учащиеся могут столкнуться с трудностями, оценивая характеристики облаков. Даже опытные наблюдатели-метеорологи спорят о том, какого типа облака они видят, или какую часть неба покрывают облака. По мере того, как вашим ученикам привыкнут вести эти наблюдения, они начнут распознавать более тонкие различия между облаками того или иного типа.

### **Как рассчитывается солнечный полдень**

*Солнечным полуднем* называется момент времени, в который кажется, что Солнце достигло самой высокой точки в небе на протяжении суток. Термин «солнечный полдень» используется в программе GLOBE. Астрономы, например, называют тот же момент времени «местным истинным полуднем». Солнечный полдень, как правило, не совпадает с «полуднем по часам» и зависит от вашего местоположения внутри вашего часового пояса. Солнечный полдень, однако, имеет место точно посередине дня, между восходом и закатом. Таким образом, проще всего вычислить время солнечного полудня, найдя в местной газете точное время восхода и заката Солнца. Половина суммы значений времени восхода и заката соответствует времени солнечного полудня. Перед расчетом этого времени, следует, однако, выразить значения времени восхода и заката в 24-часовом формате.

<b>Пример</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Восход Солнца (время по часам и 24-часовое время совпадают)	7:02 утра	6:58 утра	7:03 утра	6:32 утра
Закат Солнца (время по часам)	5:43 вечера	5:46 вечера	8:09 вечера	5:03 вечера
Закат Солнца (24-часовое время)	17:43	17:46	20:09	17:03
Время восхода + время заката	24 ч. 45 мин.	23 ч. 104 мин.	27 ч. 12 мин.	23 ч. 35 мин.
Эквивалентное значение (с переводом минут в часы)	(не изменяется)	24 ч. 44 мин.	26 ч. 72 мин.	22 ч. 95 мин.
Деление на 2	12 ч. 22,5 мин.	12 ч. 22 мин.	13 ч. 36 мин.	11 ч. 47,5 мин.
Местный солнечный полдень (с округлением до минуты)	12:23 дня	12:22 дня	1:36 дня или 13:36	11:48 утра

# Обзор учебных занятий

## Цели обучения

Программа GLOBE позволяет учащимся повысить уровень их образования благодаря участию в практических, научно достоверных и полезных исследованиях. Цели обучения, предусмотренные в этом разделе, перечислены ниже.

- Объективное наблюдение погодных и климатических явлений и точное измерение их характеристик
- Проектирование и испытание учащимися своих собственных метеорологических приборов, способствующее пониманию принципов функционирования стандартных приборов
- Классификация объектов и явлений на основе их сходства, различия и взаимозависимости
- Решение задач посредством проведения экспериментов
- Интерпретация собранных данных и формулирование обоснованных выводов
- Изучение и понимание неопределенностей, имеющих место при регистрации результатов любых научных измерений
- Обмен усвоенной информацией посредством проведения совместных научных исследований
- Разработка моделей на основе данных, закономерностей и взаимосвязей

## Концепции

Ниже перечислены концепции, которые используются при проведении практических работ и учебных занятий по этой теме.

Состав атмосферы  
Образование облаков  
Конденсация паров  
Охлаждающее и нагревающее воздействие облаков  
Идентификация облаков в зависимости от их формы и высоты, а также в зависимости от характеристик осадков  
Взаимосвязь между плотностью и изменениями облачного покрова и погодными условиями  
Воздействие ветра на результаты измерений количества осадков  
Изменение состояния воды  
Плотность снега  
Факторы, воздействующие на кислотность (рН) осадков  
Температура  
Тепло  
Конвекция  
Теплопроводность

Излучение тепла  
Перенос тепла посредством излучения, теплообмена и конвекции  
Теплообмен и конвекция — две важнейшие формы переноса тепла  
Различные вещества — почва, вода и воздух — переносят энергию и тепло с различной скоростью  
Теплоемкость  
Вещества расширяются и сжимаются в результате температурных изменений  
Жидкостные термометры функционируют на основе принципа теплового расширения и сжатия  
Имитация процессов с целью проверки точности наблюдений  
Считывание показаний с помощью мениска

## Оценка усвоения материала

Успехи учащихся следует оценивать, используя способствующие образованию и суммирующие методы, качественные или количественные по своему характеру. Такие методы должны отражать уровень развития учащихся. Следует применять различные средства оценки развития учащихся в следующих областях.

- Усвоение концепций
- Использование навыков выполнения научных процедур
- Подход к науке, научным занятиям и научной карьере
- Совершенствование навыков, в том числе навыков критического анализа, установления причинно-следственных связей и прогнозирования
- Применение концепций и навыков выполнения процедур в новых ситуациях

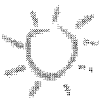
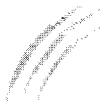
Одним из способов оценки понимания учащимися содержания учебного материала и процессов в ходе атмосферных исследований является контроль ежедневно регистрируемых и представляемых учащимися данных. Всегда ли максимальная регистрируемая температура выше минимальной температуры? Относится ли регистрируемая текущая температура к диапазону между максимальной и минимальной температурами, зарегистрированными за прошедшие сутки? В обоих случаях ответ должен быть положительным. Если это не так, значит, учащиеся, скорее всего, не понимают показаний максимального и минимального термометров или не уверены в том, какие показания они считывают.



Другой способ оценки понимания учащимися методов выполнения практических работ заключается в том, чтобы поручить им выбрать оптимальное место расположения приборов, предложив им ряд различных ситуаций. Что, если ваша школа расположена в городе? Что, если бы она была расположена в районе с плотным лесным покровом?



Учебные занятия, включенные в этот раздел, способствуют углублению понимания учащимися методов выполнения практических работ и использования соответствующих приборов. Учебные занятия позволят вам также оценить понимание учащимися важнейших концепций и усвоение ими важнейших навыков. Учащиеся могут вести дневник, в котором они регистрируют выполненные ими работы, представлять устные отчеты в классе (или даже подготавливать метеорологические отчеты для всей школы) и подготавливать письменные работы, представляемые на рассмотрение других учащихся.



## **Навыки**

Ниже перечислены навыки, приобретаемые в ходе выполнения практических работ и проведения учебных занятий по этой теме исследований.

### **Научные навыки, находящие широкое применение**

- Тщательное ведение наблюдений*
- Систематическое ведение наблюдений в течение периода времени*
- Выполнение измерений*
- Правильное считывание показаний на шкале*
- Сбор и регистрация данных*
- Проведение эксперимента*
- Сборка экспериментальной аппаратуры*
- Формулирование гипотез и прогнозирование*
- Проектирование экспериментов*
- Организация данных в таблицах*
- Анализ данных*
- Построение графиков*
- Корреляция одного наблюдаемого явления с другим*
- Устное и письменное представление результатов эксперимента*
- Представление результатов наблюдений в математической форме*
- Эффективное коллективное сотрудничество*

### **Навыки, связанные исключительно с атмосферными исследованиями**

- Оценка моделируемой плотности облачного покрова*
- Оценки плотности облачного покрова*
- Наблюдение характеристик облаков и их описание*
- Оценки высоты облаков*
- Идентификация десяти основных типов облаков*
- Регистрация и организация данных об облаках в научном дневнике участника программы GLOBE*
- Использование дождемера*
- Использование термометра*
- Использование приборов для измерения pH*

# Практические работы



**Все перечисленные ниже измерения следует производить ежедневно, в течение одного часа до или после солнечного полудня**

## **Определение типа облаков**

Учащиеся определяют тип облаков, наблюдаемых на небе.

## **Измерение плотности облачного покрова**

Учащиеся определяют плотность облачного покрова, наблюдаемого на небе.

## **Измерение количества дождевых осадков**

Учащиеся определяют, с помощью дождемера, количество жидкофазных осадков на своем участке исследований.

## **Измерение количества твердофазных осадков**

Учащиеся определяют количество снега и других твердофазных осадков на своем участке исследований.

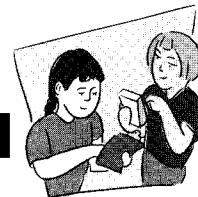
## **Измерение кислотности (pH) осадков**

Учащиеся измеряют кислотность (pH) дождя и растаявшего снега на своем участке исследований.

## **Максимальная, минимальная и текущая температура**

Учащиеся измеряют температуру воздуха на своем участке исследований.

# Как проводятся атмосферные исследования



## Участок исследований

Определите расположение участка атмосферных исследований или пришкольного участка, к которому учащиеся имеют ежедневный доступ. Измерения количества осадков следует производить на расстоянии не более 100 метров от участка для измерения влажности почвы, который описывается в разделе «Изучение почвы».

## Наблюдения за облаками

Для определения количества облаков и типа облаков требуется беспрепятственный обзор неба. Подходящим местом для таких наблюдений является, например, центр спортивной площадки. Место, в котором проводятся наблюдения за облаками, не обязательно должно находиться там же, где установлены дождемер и термометры. Для того, чтобы выбрать место, подходящее для наблюдений за облаками, просто обойдите школу и найдите участок, на котором обеспечивается наиболее беспрепятственный обзор неба.

Если вы живете в городе, вы можете и не найти место, обеспечивающее полностью беспрепятственный обзор неба. Для того, чтобы проверить, насколько подходящий участок вы выбрали, спросите себя, что произойдет, если те части неба, которые вы не видите, будут полностью покрыты облаками или полностью свободными от облачного покрова. Повлияет ли это существенным образом на результаты измерений, которые вы будете включать в свои отчеты? Выбор участка удовлетворителен, даже если заблокирована небольшая часть неба, но если это не повлияет на включаемые в отчеты результаты измерений.

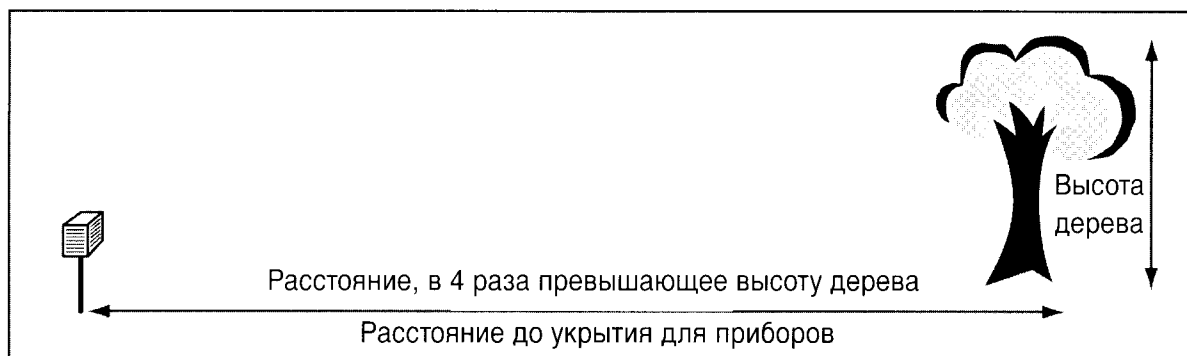
## Размещение приборов

Идеальным местом размещения дождемера (и (или) снегомера) и укрытия для приборов, в котором будут установлены термометры, является плоский, открытый участок с естественной (например, покрытой травой) поверхностью. Избегайте, по возможности, крыш или асфальтированных либо бетонированных поверхностей, потому что такие поверхности нагреваются сильнее, чем травянистый покров, и это воздействует на считываемые значения температуры. Установка приборов на твердой поверхности может привести к возникновению ошибок при измерении количества осадков, в связи с возможностью расплескивания луж. Не устанавливайте приборы также на крутых склонах или в оврагах с крутыми склонами (если они не характерны для рельефа окружающей местности).

Не устанавливайте дождемер и укрытие для приборов поблизости от зданий, деревьев или высокого кустарника. Находящиеся поблизости объекты могут блокировать поток воздуха, поступающего к термометрам, и влиять на количество дождевых осадков, накапливающихся в дождемере.

В идеальной ситуации расстояние от дождемера и укрытия для приборов до ближайшего объекта должно быть как минимум в четыре раза больше высоты этого объекта. Например, если ваш участок окружен деревьями или зданиями высотой 10 метров, размещайте приборы как минимум на расстоянии 40 метров от этих деревьев или зданий (см. рис. АТМ-Р-1). На таком расстоянии деревья, кустарник или здания ослабляют сильные порывы ветра, что, фактически, позволяет определять количество дождевых осадков с более высокой точностью.

Рис. АТМ-Р-1



Приборы можно установить на одной стойке так, чтобы дождемер находился на противоположной от укрытия стороне и над укрытием. В результате, укрытие для приборов не будет блокировать дождемер и не мешает накоплению в нем дождевых осадков. Тем не менее, ветер является одним из факторов, чаще всего вызывающих ошибки при измерении количества дождевых осадков (ветер, обдувающий верхнюю часть дождемера, вызывает отклонения траекторий дождевых капель, падающих около дождемера). По возможности, следует устанавливать дождемер как можно ближе к поверхности земли. Поэтому требуется устанавливать дождемер на отдельной стойке, расположенной в 3-4 метрах от укрытия для приборов, чтобы укрытие для приборов не блокировало дождь, накапливающийся в дождемере. Укрытие для приборов следует монтировать на той стороне стойки, которая обращена в сторону, противоположную экватору (т. е. на северной стороне в северном полушарии и на южной стороне в южном полушарии).

Учащиеся должны составить карту расположения приборов, на которой указаны географические координаты приборов и расположенных рядом зданий, деревьев и кустарника, а также расстояния между ними и приборами. Кроме того, на карте следует отметить тип поверхности, на которой установлены приборы. Если вы не смогли расположить приборы достаточно далеко от зданий, деревьев или кустарника, или если укрытие для приборов не установлено на участке с естественной (травянистой) поверхностью, информацию об относительном расположении возможных препятствий и о характере поверхности участка следует включить в описание характеристик вашего участка атмосферных исследований, загружаемое в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

### **Размещение снегомера**

Устанавливайте снегомер на относительно возвышенном месте, там, где толщина снежного покрова будет наиболее точно соответствовать средней глубине снега на окружающей территории. Если снегомер устанавливается на склоне холма, выберите склон, обращенный в сторону, противоположную Солнцу (т. е. северный склон в северном полушарии или южный склон в южном полушарии). Участок, на котором установлен снегомер, должен быть свободен от деревьев, зданий и других препятствий, способных воздействовать на скорость и направление ветра или вызывать таяние снега.

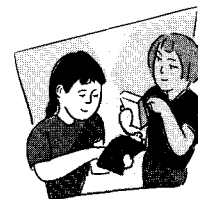
## **Описание расположения участка**

После выбора участка для установки инструментов определите его координаты с помощью приемника системы GPS и загрузите полученные данные в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

Вы можете и не найти идеального расположения для метеорологических приборов на пришкольном участке. В этом случае сделайте все возможное, чтобы выбрать оптимальный участок для установки приборов и включите в описание участка все характеристики, отличающие его от идеального участка (например, укажите, что приборы установлены только в 20 метрах от деревьев высотой 30 м, что укрытие для приборов установлено на асфальтированной поверхности, и т. п.).

**Примечание.** В некоторых школах может оказаться предпочтительным использование автоматических приборов для регистрации температуры. Информацию об используемых приборах следует обязательно включать в описание вашего участка атмосферных исследований, загружаемое в базу данных учащихся-участников программы GLOBE. Требуется периодическая калибровка автоматических приборов. Если в вашей школе используется автоматический прибор, вы должны проверять точность его показаний ежемесячно, сравнивая показания прибора с показаниями другого прибора, соответствующего техническим требованиям к приборам, используемым в рамках программы GLOBE, установленного как можно ближе к датчикам вашей автоматизированной системы.

# Определение типа облаков



## **Цель практической работы**

Определение типа облаков на пришкольном участке атмосферных исследований.

## **Краткое описание**

Определение типа облаков полезно в ходе изучения климата; тип облаков связан с количеством осадков и температурой воздуха.

## **Продолжительность**

5 минут.

## **Уровень подготовки**

Любой.

## **Частота наблюдений**

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

## **Основные концепции**

Облакообразование  
Состав атмосферы  
Охлаждающее и нагревающее воздействие облаков

## **Навыки**

Идентификация типа облаков  
Регистрация данных  
Тщательное наблюдение

## **Материалы и инструменты**

Рабочий лист данных атмосферных исследований  
Таблица облачности (GLOBE)  
Определение типа облаков (см. «Приложение»)

## **Предварительные условия**

Отсутствуют.

## **Как определяется тип облаков**

Находясь на участке для наблюдений за облаками, рассмотрите облака на небе. Сверяясь с таблицей облачности (GLOBE) и определениями, приведенными в разделе «Определение типа облаков» приложения к этому разделу, определите тип или типы наблюдаемых облаков. Отметьте соответствующие наблюдаемым типам облаков квадраты на рабочем листе данных атмосферных исследований, не измеряя количество облаков каждого типа.

**Примечание.** В некоторых случаях трудно различать некоторые типы облаков (например, отличить высококучевые облака от перисто-кучевых). В таких случаях учащиеся должны принимать

решения самостоятельно, отмечая неопределенность результатов наблюдений в графе «Примечания» своих научных дневников участников программы GLOBE.

## **Представление данных**

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

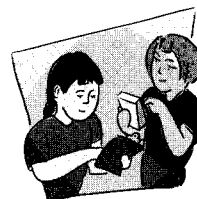
Дата и время (всемирное, или гринвичское, время) определения типа облаков.

Тип или типы наблюдаемых облаков (можно регистрировать несколько одновременно наблюдаемых типов облаков).

## **Всемирное время**

Всемирное время проще всего определить, поставив вопрос: «Какое время (в соответствии с 24-часовой системой) сейчас в Гринвиче, в Англии?». Гринвич расположен на нулевом меридиане, а этот меридиан считается точкой отсчета начала суток во всем мире. Когда в Гринвиче наступает полночь, считается, что по всемирному времени наступает 0 часов 00 минут (0:00). Еще недавно всемирное время (UT) называли «средним гринвичским временем».

# Определение плотности облачного покрова



Приветствие

Введение

Практика

Занятия

Приложение

Плотность облачного покрова

## **Цель практической работы**

Оценка плотности облачного покрова на пришкольном участке атмосферных исследований.

## **Краткое описание**

Определение плотности облачного покрова полезно при изучении климата; плотность облачного покрова связана с количеством осадков и температурой воздуха.

## **Продолжительность**

5 минут.

## **Уровень подготовки**

Любой.

## **Частота наблюдений**

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

## **Основные концепции**

Облакообразование  
Состав атмосферы  
Охлаждающее и нагревающее воздействие облаков

## **Навыки**

Оценка плотности облачного покрова  
Регистрация данных  
Тщательное наблюдение

## **Материалы и инструменты**

Рабочий лист данных атмосферных исследований

## **Предварительные условия**

Отсутствуют.

## **Как определяется плотность облачного покрова**

Плотность облачного покрова определяется в то же время, когда определяется тип облаков. Плотность облачного покрова регистрируется в соответствии со следующими классификационными определениями.

### **Ясное небо**

На небе нет облаков, или облака покрывают менее одной десятой площади неба. (Так как это определение допускает наличие некоторого количества облаков, тип облаков может быть зарегистрирован одновременно с регистрацией «ясного неба».)

### **Рассеянные облака**

Облака покрывают от одной десятой до половины площади неба.

### **Облачность с разрывами**

Облака покрывают от половины до девяти десятых площади неба.

### **Сплошная облачность**

Облака покрывают более девяти десятых площади неба.

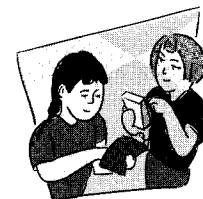
**Примечание.** Даже опытные наблюдатели иногда испытывают затруднения, пытаясь различить рассеянные облака и облачность с разрывами. Если вы видите больше голубого неба, чем облаков, облака считаются рассеянными. Если вы видите больше облаков, чем голубого неба, считается, что наблюдается облачность с разрывами.

## **Представление данных**

Ежедневно отмечайте в рабочем листе данных атмосферных исследований одну из четырех категорий облачного покрова и загружайте результаты ваших наблюдений в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.



# Измерение количества дождевых осадков



## Цель практической работы

Измерение количества дождевых осадков на участке атмосферных исследований.

## Краткое описание

В ходе изучения климата и экологических систем Земли требуются точные, долгосрочные измерения количества дождевых осадков.

## Продолжительность

5 минут.

## Уровень подготовки

Любой.

## Частота измерений

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

## Основные концепции

- Конденсация паров
- Воздействие ветра на результаты измерения количества осадков
- Считывание показаний с помощью мениска

## Навыки

- Использование дождемера
- Регистрация данных
- Считывание показаний на шкале

## Материалы и инструменты

- Дождемер
- Рабочий лист данных атмосферных исследований
- Ручки или карандаши
- Плотницкий уровень
- Деревянная стойка (как правило, с площадью сечения 10 x 10 см)
- Отвертка
- Инструмент для копания отверстий под столбы и стойки

## Подготовка измерений

Размещение дождемера.

## Предварительные условия

Отсутствуют.

## Предпосылки

*Количеством дождевых осадков* называется глубина воды, накапливающейся на горизонтальной поверхности с течением времени. Вы можете определять количество дождевых осадков, считывая на измерительной шкале соответствующее уровню воды значение, выраженное в миллиметрах. Следует отметить, что шкала дождемера расширена (т. е. расстояние между двумя соседними метками на этой шкале больше расстояния между двумя соседними метками на миллиметровой линейке). Это связано с тем, что площадь воронки дождемера, в которой накапливается вода, в 10 раз превышает площадь сечения центральной трубки дождемера. Поэтому для того, чтобы значение количества дождевых осадков в миллиметрах можно было считывать непосредственно с помощью шкалы, расстояние между метками шкалы необходимо увеличить.

## Где и как устанавливается дождемер

Учащиеся будут пользоваться стандартным дождемером, состоящим из следующих четырех компонентов (см. рис. АТМ-Р-2).

1. Воронка, закрепленная на измерительной трубке.

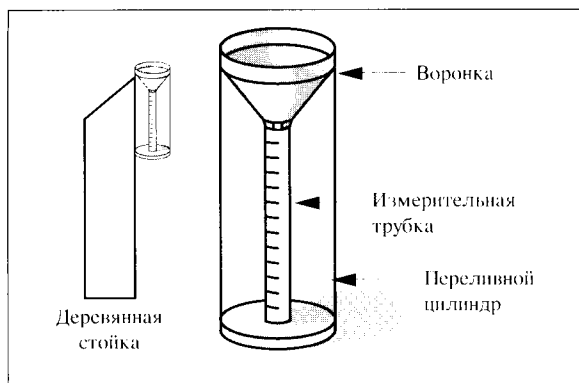
2. Измерительная трубка — небольшая цилиндрическая трубка, диаметр которой не изменяется по всей длине трубки, с измерительной шкалой, нанесенной вдоль поверхности трубки с одной стороны.
3. Переливной цилиндр — цилиндрическая трубка большого диаметра, предназначенная для улавливания любого чрезмерного количества дождевой воды, накапливающейся во время сильных дождей.
4. Крепежная скоба.

Вставьте измерительную трубку в переливной цилиндр, после чего вставьте воронку в измерительную трубку, собранную с цилиндром.

Закрепите крепежную скобу на деревянной стойке, ширина которой примерно соответствует размерам дождемера. Закрепляйте скобу так, чтобы верхняя часть дождемера выступала на 10 см над верхним краем деревянной стойки. Если это возможно, обрежьте верхнюю поверхность деревянной стойки под углом в 45 градусов, чтобы уменьшить вероятность выплескивания дождевой воды с верхней поверхности стойки в дождемер.

Дождемер должен быть установлен и закреплен строго горизонтально. Горизонтальность установ-

Рис. АТМ-Р-2



ки прибора можно проверить с помощью плотнического уровня, протягивая его вдоль верхней поверхности воронки в двух перпендикулярных направлениях.

### Как измеряется количество дождевых осадков

1. После надлежащей установки дождемера его показания следует считывать ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.
2. Когда учащиеся будут считывать показания с помощью измерительной шкалы, глаза считывающего показания учащегося должны находиться на уровне поверхности воды в измерительной трубке, таким образом, чтобы можно было видеть нижнюю поверхность мениска.
3. По окончании каждого измерения следует опорожнять измерительную трубку в чистый сосуд для измерения кислотности (рН) осадков, переворачивая трубку и полностью сливая воду. После этого следует снова собирать и устанавливать дождемер. Регистрируйте дату проведения измерений, время (всемирное время), количество дождевых осадков в миллиметрах, и количество суток, в течение которых дождевые осадки накапливались в дождемере, на рабочем листе данных атмосферных исследований.

В периоды сильных дождей количество дождевой воды может превысить вместимость измерительной трубки, и вода перельется в переливной цилиндр. В этом случае следует зарегистрировать уровень воды в измерительной трубке, опорожнить ее и измерить количество воды в переливном цилиндре, сливая воду из цилиндра в измерительную трубку и регистрируя уровень воды. Может потребоваться многократное повторение этой операции, вплоть до полного опорожнения переливного цилиндра. Затем общее количество накопившихся дождевых осадков определяется посредством суммирования зарегистрированных уровней воды в измерительной трубке.

Даже если не было дождя, учащиеся должны ежедневно проверять показания дождемера с тем, чтобы предотвратить его засорение мусором (опавшими листьями, веточками, бумагой, и т. п.). Очищайте дождемер после каждой регистрации показаний, промывая его дистиллированной водой.

Когда температура начнет опускаться до точки замерзания воды, перенесите дождемер в помещение, чтобы предотвратить растрескивание пластиковой измерительной шкалы. Переливной цилиндр можно оставлять на открытом воздухе в те периоды, когда суточная температура изменяется от положительной до отрицательной по шкале Цельсия, и возможно выпадение как дождевых осадков, так и снега.

### Представление данных

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

Дата и время (всемирное) сбора данных.

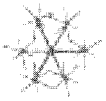
Суточное количество дождевых осадков (в миллиметрах).

Количество суток, в течение которых накапливались дождевые осадки.

В те дни, когда дождевые осадки не выпадали, регистрируйте нулевое количество осадков в столбце «Количество дождевой воды в дождемере». В те дни, когда будет происходить случайное выплескивание воды из дождемера или нарушение правильных условий измерения по какой-либо иной причине, вводите букву «М» вместо цифры, отражающей суточное количество дождевых осадков. При этом важно регистрировать наличие осадков, вводя букву «М», а не нулевое значение. (Замена отсутствующих данных нулевым значением — обычная ошибка, ведущая к искажению результатов анализа данных.)

В те дни, когда наблюдаются дождевые осадки, но их количество составляет меньше 0,5 мм, вводите букву «Т» вместо цифры, отражающей суточное количество дождевых осадков. Буква «Т» означает выпадение чрезвычайно незначительного количества дождя. В ходе некоторых исследований важно знать, выпал ли дождь вообще, независимо от его количества.

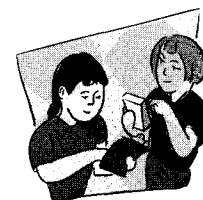
Важно производить измерения количества дождевых осадков ежедневно. Если измерения производятся ежедневно, заносите цифру 1 в графу для регистрации количества суток, в течение которых накапливались осадки. Если считывание показаний дождемера было невозможным в течение нескольких дней, необходимо зарегистрировать соответствующее количество суток, прошедшее с тех пор, когда показания дождемера считывались последний раз, или с тех пор, когда дождемер был опорожнен в последний раз. Количество прошедших



суток следует регистрировать даже в том случае, если количество осадков равно нулю. Например, если вы опорожнили дождемер в пятницу и пропустили время считывания показаний в субботу и в воскресенье, но вернулись и зарегистрировали показания в понедельник, введите фактические показания дождемера и внесите цифру 3 в графу для регистрации количества прошедших суток.



# Измерение количества твердофазных осадков



## Цель практической работы

Измерение количества твердофазных осадков на участке атмосферных исследований.

## Краткое описание

В ходе изучения климата и экологических систем Земли требуются точные, долгосрочные измерения количества твердофазных осадков.

## Продолжительность

5 минут.

## Уровень подготовки

Любой.

## Частота измерений

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

## Основные концепции

Изменение состояния

Теплоемкость

Плотность снега

## Навыки

Считывание показаний с помощью шкалы

Регистрация данных

## Материалы и инструменты

Измерительная планка (если глубина снежного покрова составит более 1 метра, потребуется более длинный измерительный шест).

Снегомер

## Предварительные условия

Отсутствуют.

## Предпосылки

Снегомером называется тонкая плоская дощечка, опирающаяся на слои выпавшего ранее снега. Новый снег осаждается на верхней поверхности дощечки, после чего его глубину можно определить с помощью измерительной планки. Снегомер можно изготовить из фанеры (толщиной примерно 1 см). Площадь снегомера должна составлять как минимум 40 х 40 см — для того, чтобы можно было производить несколько измерений глубины снега. Отметьте местоположение снегомера, чтобы его можно было быстро найти после нового снегопада.

В большинстве случаев для измерения глубины снега достаточно обычной измерительной планки (метровой линейки). Тем не менее, в регионах, где наблюдаются 24-часовые снегопады и (или) там, где глубина снежного покрова, накопившегося за зиму, превышает 1 метр, потребуется более длинный измерительный шест. В этих случаях измерительный шест можно изготовить из прямого длинного куска дерева, тщательно разметив его с помощью линейки и не смывающегося фломастера. Такой шест можно закрепить на месте, так как протолкнуть шест вертикально через слой снега толщиной больше 1 метра бывает трудно.

## Как измеряется количество твердофазных осадков

1. После первого снегопада вставьте измерительную планку в снег так, чтобы она упиралась в поверхность земли.

*Проследите за тем, чтобы не перепутать слой льда или слой затвердевшего снега с поверхностью земли. Повторите измерения в нескольких местах, где перенос снега ветром был наименее вероятен. Если за сутки не выпало нового снега, введите нулевое значение. Если измеряемая глубина снега составляет менее 0,5 миллиметра, введите букву «Т» вместо цифрового значения.*

2. Разместите снегомер на поверхности выпавшего ранее снега и слегка вдавите его в снег так, чтобы верхняя сторона снегомера совпала с поверхностью снега. Отметьте расположение снегомера флажком или другим ориентиром, который позволит вам обнаружить снегомер после нового снегопада.
3. После того, как на поверхности выпавшего ранее снега накопится новый снег, вставьте измерительную планку в снег так, чтобы она упиралась в поверхность снегомера. Повторите измерения в нескольких точках на поверхности снегомера и усредните полученные показания. Таким образом определяется глубина снега, накопившегося над снегомером.
4. Одновременно с ежедневным измерением глубины нового снега измеряйте общую глубину снега, накопившегося на земле. Это измерение осуществляется так же, как и измерение глубины снега после первого

Приветствие

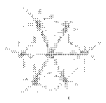
Введение

Практика

Защиты

Приложение

Твердофазные осадки



снегопада; вставьте измерительную планку вертикально в снег в нескольких местах (но не там, где установлен снегомер) и рассчитайте среднее значение глубины снега.

### **Определение содержания жидкой воды в выпавших за сутки твердых осадках**

Не все снегопады одинаковы. В некоторых случаях выпадает легкий, пушистый снег, а в других — насыщенный водой, тяжелый снег. Суточный жидкостный эквивалент количества твердофазных осадков определяется посредством растапливания снега и измерения полученного объема воды.

Для того, чтобы произвести эти измерения, необходим контейнер для сбора снега. Когда температура на открытом воздухе ниже точки замерзания воды, пластиковые дождемеры, используемые с целью измерения количества жидких осадков, могут растрескиваться и ломаться; поэтому их следует переносить в помещения. Тем не менее, крупный переливной цилиндр дождемера представляет собой идеальный контейнер для сбора снега и определения содержания в нем воды.

1. Измерив глубину выпавшего за прошедшие сутки снега с помощью снегомера, возьмите большой переливной цилиндр дождемера и установите его вверх дном на дощечке снегомера, осторожно вдавливая переливной цилиндр в снег так, чтобы он упирался в поверхность снегомера. Если глубина снега превышает высоту переливного цилиндра, можно уплотнить снег в трубке. Уплотняя снег, проследите за тем, чтобы он не выдавливался из трубки. Если глубина снега слишком велика, даже уплотненный снег может не поместиться полностью в один контейнер. В зависимости от размера вашего снегомера и глубины снежного покрова, можно применять как минимум два метода, позволяющих вместить требуемый цилиндрический столб снега в ваш контейнер.

#### **Метод А**

Если вы используете небольшой, легкий снегомер, удерживайте цилиндрический контейнер, упирающийся в дощечку снегомера, и переверните снегомер вместе с цилиндрическим контейнером. При этом снег, не вошедший в контейнер, упадет со снегомера; поэтому не забудьте сперва

измерить глубину снега. Снег, оставшийся в цилиндрическом контейнере, можно перенести в помещение.

#### **Метод Б**

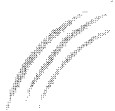
Если вы используете большой или тяжелый снегомер, которые невозможно легко перевернуть, или если столб снега, даже в уплотненном виде, не помещается в цилиндрический контейнер, необходимо переложить снег в цилиндрический контейнер или в другой, дополнительный контейнер. Осторожно приподняв перевернутый цилиндрический контейнер, вы увидите аккуратный круглый отпечаток цилиндра на остающемся снегу. Тщательно соберите снег, оставшийся под этим круглым отпечатком, в цилиндрический контейнер или в дополнительный контейнер.

2. После того, как снег будет собран в цилиндрический или другой контейнер, перенесите его в помещение, и дайте ему растаять. Закройте контейнер крышкой, чтобы предотвратить испарение воды.
3. После того, как снег растает, осторожно слейте образовавшуюся воду в измерительную трубку дождемера и зарегистрируйте количество воды в трубке так же, как вы регистрировали количество дождевых осадков.

Возможно, что выпавший за ночь снег успеет растаять перед тем, как будут произведены ежедневные измерения количества осадков. Если вы оставите цилиндрический переливной контейнер дождемера на открытом воздухе, вы все равно сможете зарегистрировать суточный жидкостный эквивалент количества выпавших осадков. В этом случае введите букву «М» в графу «Глубина снега, выпавшего за сутки» и значение 0,0 мм в графу «Общая глубина снежного покрова». В этом случае можно записать также примечание, указывающее на то, что выпавший снег растаял или был унесен ветром. Если вы измерили глубину выпавшего снега перед тем, как он растаял, это значение также можно привести в примечаниях, вместе с датой и временем выполнения измерения. Не забывайте о том, что в основных графах листа данных, должны регистрироваться только результаты измерений, произведенных в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

### **Подготовка к следующему измерению**

По окончании измерения глубины и количества снега, очистите снегомер и снова установите его ровень с поверхностью снега.



### **Представление данных**

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

Дата и время (всемирное время) сбора данных

Общая глубина снега на земле (мм)

Глубина снега, выпавшего за прошедшие сутки (мм)

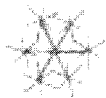
Количество суток, в течение которых снег накапливался на снегомере

Количество воды, образовавшейся после таяния снега, накопившегося на снегомере (мм)

**Примечание.** Если снег выпал, но, по какой-либо причине, измерения не могли быть проведены (например, если снегомер был унесен ветром, или если кто-нибудь случайно очистил снегомер до того, как могли быть произведены измерения), введите букву «М», означающую отсутствие данных. Тем не менее, вы все еще можете зарегистрировать общую глубину снега.

В те дни, когда глубина нового снега настолько мала, что вы не можете ее измерить, вместо значения глубины выпавшего за прошедшие сутки снега вводите букву «Т», означающую, что зарегистрированы следы твердофазных осадков.

Важно производить измерения количества выпавшего снега ежедневно; однако, если измерения не производились в течение нескольких суток (например, в выходные дни), регистрируйте количество суток, прошедших со времени последнего измерения, и количество выпавшего за это время снега. Это позволит тем, кто пользуется вашими данными, увидеть, что зарегистрированное количество снега накопилось не за 24 часа, а за более длительное время. Таким образом, например, если вы пропустили измерения в субботу и в воскресенье, но зарегистрировали показания в понедельник, введите цифру 3 в графе, отведенной для регистрации количества прошедших суток, и фактические данные об измеренных глубине и количестве выпавшего снега.



# Измерение кислотности (pH) осадков



## Цель практической работы

Измерение кислотности (pH) дождя и снега.

## Краткое описание

Кислотность (pH) осадков влияет на район, в котором выпадают осадки. *Кислотные осадки* могут наносить ущерб растительности, зданиям и статуям, а также приводить к изменению кислотности воды в поверхностных водоемах и в почве.

## Продолжительность

5 минут (фактические измерения)  
Дополнительные 5 минут (калибровка ручки или другого прибора для измерения pH)

## Уровень подготовки

Любой.

## Частота измерений

*Дождевые осадки:* каждый раз после накопления более чем 2 мм дождевых осадков в дождемере.

*Снег:* каждый раз после накопления количества снега, достаточного для того, чтобы вы могли собрать, НЕ КОНТАКТИРУЯ с поверхностью земли или снегомера, 20 мл воды, образующейся после таяния снега.

## Основные концепции

Факторы, от которых зависит показатель pH (кислотность, щелочность) осадков.

## Учащиеся с начальным уровнем подготовки; лакмусовая бумага

Самый быстрый и простой способ заключается в измерении pH с помощью лакмусовой бумаги (индикаторной бумаги для измерения pH) и сухого химического стакана непосредственно после считывания и регистрации количества дождевых осадков.

1. Возьмите сухой, чистый химический измерительный стакан вместимостью 100 мл.
2. Закончив считывание и регистрацию количества дождевых осадков с помощью дождемера, если накопилось более чем 2 мм дождевых осадков, слейте дождевую воду в химический стакан. Если выпало большое количество дождя, достаточно заполнить химический стакан дождевой водой примерно наполовину.

## Навыки

*Использование* приборов для измерения pH  
*Регистрация* данных

## Материалы и инструменты

Средства для измерения pH (начальный уровень подготовки: лакмусовая бумага; промежуточный уровень: ручка для измерения pH; высокий уровень подготовки: прибор для измерения pH; материалы, необходимые для калибровки).

Дождемер

Снегомер

Измерительный химический стакан (100 мл)

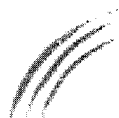
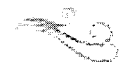
## Подготовка измерений

Прочтите описание практических работ по теме «Гидрологические исследования». Если измерения производят учащиеся с промежуточным или высоким уровнем подготовки, убедитесь в том, что ручка или прибор для измерения pH были подготовлены и откалиброваны в соответствии с инструкциями, приведенными в этом описании практических работ.

## Предварительные условия

Отсутствуют. Используется то же оборудование, что и при выполнении измерений pH в ходе «Гидрологических исследований», но в данном случае измерения не обязательно проводить на участке для отбора образцов воды.

3. Опустите полоску индикаторной бумаги в дождевую воду и подержите ее под водой в течение примерно 20 секунд. Убедитесь в том, что все окрашенные сегменты бумаги погружены в дождевую воду.
4. Выньте индикаторную бумагу из воды и сравните окраску сегментов бумаги с таблицей значений pH на картонной коробке для индикаторной бумаги. Попытайтесь найти в таблице последовательность цветов, точно соответствующую последовательности окраски сегментов индикаторной бумаги.
5. Если показания кажутся неточными, может потребоваться дополнительная выдержка бумаги под водой. Снова опустите индикаторную бумагу в дождевую воду на 20 секунд, после чего повторите выполнение операций 4 и 5. Повторяйте эти операции до тех пор, пока вы не будете удовлетворены



точностью показаний. Если по прошествии 2 минут показания все еще будут неточными, начните измерения снова, с помощью новой полоски индикаторной бумаги. Если точные результаты не удастся получить и в этот раз, внесите соответствующее примечание в рабочий лист данных атмосферных исследований.

6. Если вы получили удовлетворительные показания pH, зарегистрируйте значение pH в рабочем листе данных атмосферных исследований.
7. Если выпало достаточное количество дождевых осадков, повторите выполнение операций 2—5, чтобы проверить качество полученных данных.
8. Загрузите полученное значение pH в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.
9. Независимо от наличия дождевых осадков, необходимо тщательно очищать дождемер дистиллированной водой и сушить его как минимум один раз в неделю. Попадание любых посторонних веществ в дождемер может влиять на регистрируемые значения pH. **ОЧИЩАЯ ДОЖДЕМЕР, НЕ ПОЛЬЗУЙТЕСЬ МЫЛОМ ИЛИ ДРУГИМИ ХИМИЧЕСКИМИ МОЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ, ТАК КАК ОСТАТКИ ЭТИХ ВЕЩЕСТВ МОГУТ ПОВЛИЯТЬ НА РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПОКАЗАНИЯ pH!**

### **Промежуточный и высокий уровень подготовки; ручка или прибор для измерения pH**

#### **Этап 1. Подготовка и калибровка ручки или прибора для измерения pH**

Выполните инструкции по подготовке и калибровке вашего прибора для измерения pH, приведенные в описании практической работы по измерению pH в разделе «Гидрологические исследования».

#### **Этап 2. Измерение pH накопившихся дождевых осадков**

Пользуясь откалиброванной ручкой для измерения pH или прибором для измерения pH и сухим химическим стаканом, произведите измерения pH сразу после регистрации количества дождевых осадков.

1. Перед тем, как выходить из школы, снимите крышку с ручки или прибора для измерения pH и промойте электрод и окружающие его компоненты дистиллированной водой. Просушите эти компоненты мягкой тканью.
2. Возьмите чистый, сухой химический стакан вместимостью 100 мл и перенесите его,

вместе с ручкой или прибором для измерения pH, на участок, где установлен дождемер.

3. Зарегистрируйте показания дождемера.
4. Если в дождемере накопилось не менее 2 мм дождевых осадков, слейте дождевую воду в химический стакан. Если выпало большое количество дождевых осадков, заполните химический стакан дождевой водой примерно наполовину.
5. Погрузите электрод ручки или прибора для измерения pH в воду, находящуюся в химическом стакане. Проследите за тем, чтобы в воду был погружен весь электрод, но не погружайте ручку или прибор в воду глубже, чем это необходимо. Если количество дождевой воды недостаточно для полного погружения электрода, не производите измерения pH.
6. Слегка помешайте дождевую воду электродом ручки или прибора для измерения pH, после чего подождите, чтобы показания на дисплее стабилизировались.
7. После стабилизации показаний на дисплее зарегистрируйте полученное значение pH в рабочем листе данных атмосферных исследований.
8. Если в дождемере осталось достаточное количество дождевой воды, повторите выполнение операций 4—7, чтобы проверить качество полученных данных. Расхождение между двумя полученными значениями pH не должно составлять больше 0,2 (такова требуемая точность измерений при использовании этого метода). Если расхождение между показаниями больше, произведите третье измерение кислотности нового образца дождевой воды (если в дождемере осталось достаточное количество воды). Если количество воды недостаточно для выполнения третьего измерения, не загружайте полученное значение pH в базу данных учащихся-участников программы GLOBE и проверьте калибровку вашей ручки для измерения pH или вашего прибора перед выполнением следующих измерений.
9. Если количество накопившейся дождевой воды достаточно для выполнения только одного измерения pH, загрузите полученное значение в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.
10. Если количество накопившейся дождевой воды достаточно для выполнения двух измерений pH, и полученные значения не отличаются более, чем на 0,2, зарегистрируйте усредненное значение и загрузите его в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

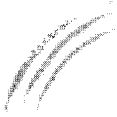




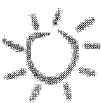
11. Если количество накопившейся дождевой воды достаточно для выполнения трех или более измерений pH, усредните все полученные значения pH. Если расхождение между всеми полученными значениями не превысило 0,2, загрузите усредненное значение в базу данных учащих-участников программы GLOBE. Если большее расхождение наблюдалось только в одном случае, не учитывайте такое сильно отклоняющееся значение и рассчитайте среднее остальных значений. Если все усредненные значения не отличались одно от другого более, чем на 0,2, загрузите полученное среднее значение в базу данных, отметив, что было произведено 3 или более измерений (даже если все полученные значения не использовались при расчете среднего зарегистрированного значения pH). Если полученные значения pH существенно отличались одно от другого, не загружайте полученное среднее значение в базу данных. Проверьте калибровку используемого вами прибора и обсудите применяемую процедуру и возможные причины возникновения ошибки.



12. Промойте ручку или прибор для измерения pH дистиллированной водой, просушите электрод и окружающие его компоненты мягкой тканью, закройте ручку или прибор крышкой и выключите ручку или прибор.



13. Независимо от наличия или отсутствия дождевых осадков, необходимо тщательно очищать дождемер дистиллированной водой и сушить его как минимум один раз в неделю. Попадание любых посторонних веществ в дождемер может влиять на регистрируемые значения pH. **ОЧИЩАЯ ДОЖДЕМЕР, НЕ ПОЛЬЗУЙТЕСЬ МЫЛОМ ИЛИ ДРУГИМИ ХИМИЧЕСКИМИ МОЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ, ТАК КАК ОСТАТКИ ЭТИХ ВЕЩЕСТВ МОГУТ ПОВЛИЯТЬ НА РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПОКАЗАНИЯ pH!**



## Сбор снега для измерения pH

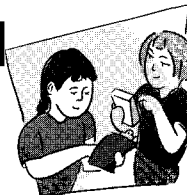
Собирая снег для измерения pH, следует принимать дополнительные меры предосторожности, которые не требуются при измерении глубины снега или жидкостного эквивалента количества выпавшего снега. Снегомер, используемый для измерения глубины снега (см. описание практической работы «Измерение количества твердофазных осадков»), может оставаться на открытом воздухе в течение длительного времени перед фактическим выпадением снега. Поэтому различные материалы, такие, как листья или частицы почвы, могут накапливаться на поверхности снегомера. Непосредственно контактировавший с поверхностью снегомера нижний слой снега в цилиндрическом столбе снега, который вы извлекаете с целью измерения жидкостного эквивалента количества твердофазных осадков, мог прореагировать с загрязнившим снегомер материалом или с материалом самого снегомера. Нам необходимо получить значение pH, относящееся только к снегу, не подвергавшемуся воздействию загрязнителей. Поэтому перед измерением pH снега необходимо отобрать второй образец снега, в дополнение к образцу, используемому с целью определения жидкостного эквивалента количества осадков.

Для того, чтобы измерить pH образца снега, необходимо снова извлечь столбик (кern) снега, накопившегося на снегомере. Тем не менее, в этом случае нельзя доходить до поверхности снегомера. Необходимо очистить верхний слой снега и взять образец из толщи снега, не доходя до поверхности снегомера. Требуется получить среднее значение pH снега. Для того, чтобы собралось как минимум 20 мл воды, образующейся после таяния снега, может потребоваться отбор нескольких столбиков (кернов) снега из толщи снега в различных точках над поверхностью снегомера.

Сбор образца снега для измерения pH можно производить с помощью любого чистого, сухого, глубокого контейнера из стекла или из пластика. Собрав снег, перенесите этот контейнер в помещение и закройте его крышкой. Дайте снегу растаять при комнатной температуре.

После того, как снег растает, можно произвести измерения pH так же, как и в случае дождевой воды (см. приведенные выше инструкции). Эти измерения, однако, производятся в классной комнате, а не на участке атмосферных исследований.

# Максимальная, минимальная и текущая температура



Приветствие

Введение

Практика

Занятия

Приложение

Максимальная, минимальная и текущая температура

## Цель практической работы

Измерение температуры воздуха на участке атмосферных исследований.

## Краткое описание

В ходе изучения климата и экологических систем Земли требуются точные, долгосрочные измерения температуры воздуха.

## Продолжительность

5 минут.

## Уровень подготовки

Любой.

## Частота измерений

Ежедневно, в течение 1 часа до или после солнечного полудня.

## Основные концепции

Тепло  
Температура  
Конвекция  
Теплопроводность  
Излучение тепла

## Навыки

Использование термометра  
Регистрация данных  
Считывание показаний на шкале

## Материалы и инструменты

Один термометр для измерения максимальной и минимальной температуры  
Укрытие для приборов  
Второй термометр для калибровки термометра, измеряющего максимальную и минимальную температуру  
Рабочий лист данных атмосферных исследований

## Предварительные условия

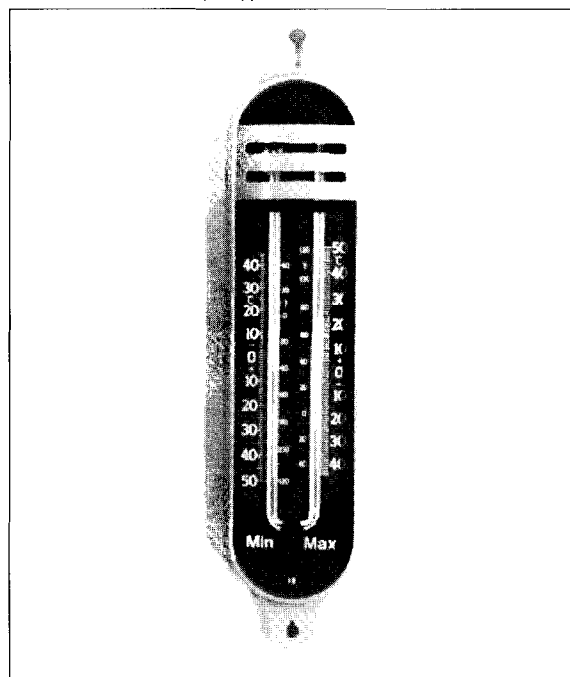
Отсутствуют.

## Предпосылки

Термометр для измерения максимальной и минимальной температуры представляет собой U-образную изогнутую трубку с двумя шкалами, указывающими максимальную и минимальную температуры (см. рис. АТМ-Р-3). На шкале, указывающей максимальную температуру, столбик ртути повышается по мере возрастания температуры (так же, как и в бытовых термометрах). На шкале, указывающей минимальную температуру, столбик ртути повышается по мере уменьшения температуры. Таким образом, по мере повышения температуры индикатор, покоящийся на столбике ртути с измеряющей максимальную температуру стороны термометра, перемещается вверх. Когда температура начинает снижаться, этот индикатор остается на месте и указывает максимальную зарегистрированную температуру. Сходным образом, по мере понижения температуры индикатор, покоящийся на столбике ртути со стороны, измеряющей минимальную температуру, также перемещается вверх. Когда температура снова начинает повышаться, этот индикатор остается на месте и указывает минимальную зарегистрированную температуру.

**Примечание.** Столбик ртути перемещает индикаторы максимальной и минимальной температуры, толкая их вверх. Поэтому учащиеся должны

Рис. АТМ-Р-3. Термометр для измерения максимальной и минимальной температуры



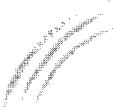
считывать показания максимальной и минимальной температуры, определяя расположение нижнего края обоих индикаторов.



Если на термометре нанесена также шкала Фаренгейта, закрасьте ее, чтобы учащиеся не считывали значения температуры по этой шкале. Следует отметить, что на термометре, изображенном на рис. АТМ-Р-3, нанесена шкала Фаренгейта, которая должна быть закрашена черной краской.



Перед использованием термометра для измерения максимальной и минимальной температуры убедитесь в том, что столбик ртути не прерывается, так как он иногда разделяется во время перевозки. Если столбик ртути прерывается, возьмитесь за корпус термометра, повернув его вертикально, и встряхивайте термометр до тех пор, пока не сформируется непрерывный столбик ртути. Не нажимайте на стеклянный столбик термометра — он может сломаться. Встряхивая термометр, можно также слегка постукивать нижней частью термометра по ладони руки.



### Калибровка

Термометр для измерения максимальной и минимальной температуры следует калибровать сразу после установки и затем каждые шесть месяцев. (Если вы заметите, что текущая температура указывается по-разному на двух шкалах, или если будет замечен разрыв столбика ртути, может потребоваться дополнительная калибровка термометра. См. указания, приведенные выше.)



Для того, чтобы откалибровать термометр для измерения максимальной и минимальной температуры, следует сравнить его показания с показаниями калибровочного термометра. В качестве калибровочного термометра используется типичный жидкостный термометр с прямым стеклянным столбиком, позволяющий измерять отрицательную температуру до как минимум минус 5 градусов по шкале Цельсия. В первую очередь следует проверить точность показаний калибровочного термометра, поместив его в ванночку с тающим льдом.



1. Приготовьте смесь воды и дробленого льда в пропорции 1:1.
2. Подождите 10—15 минут, чтобы температура ванночки с тающим льдом снизилась до минимума.
3. Поместите нижний конец калибровочного термометра в ванночку. Слегка помешивайте термометром смесь воды и льда с тем, чтобы термометр полностью охладился. Показание термометра должно составлять от 0,0 до 0,5 градуса по шкале Цельсия. Если показание не соответствует этому диапазону, используйте другой термометр.
4. Удостоверившись в точности показаний калибровочного термометра, подвесьте его



на крючке под укрытием для приборов. См. приведенные ниже инструкции по размещению термометра для измерения максимальной и минимальной температуры.

5. По прошествии 24 часов сравните показания обоих термометров. Если они расходятся, термометр для измерения максимальной и минимальной температуры следует откалибровать в соответствии с показаниями калибровочного термометра. Положение температурной шкалы с обеих сторон термометра можно отрегулировать, ослабив небольшой винт, находящийся с задней стороны термометра. После ослабления этого винта каждую шкалу можно независимо перемещать вниз и вверх.

### Установка термометра для измерения максимальной и минимальной температуры

Закрепите термометр для измерения максимальной и минимальной температуры в укрытии для приборов так, чтобы корпус термометра обдувался воздухом со всех сторон. Термометр следует закреплять на блоках, соединенных с внутренней стенкой укрытия, так, чтобы ни одна из частей термометра не прикасалась к стенкам, основанию или крыше укрытия. Термометр должен находиться на высоте 1,5 метра над поверхностью земли или на высоте 0,6 метра над средним уровнем снежного покрова, в зависимости от того, какое из этих расстояний больше. Укрытие защищает термометр от солнечного излучения и излучения неба, поверхности земли и окружающих объектов, но позволяет воздуху беспрепятственно циркулировать в укрытии. Таким образом, температура воздуха в укрытии соответствует температуре воздуха за пределами укрытия.

Укрытие для приборов следует устанавливать на стойке, надежно закрепленной в земле и предотвращающей вибрацию, вызываемую сильным ветром. Вибрация может приводить к смещению индикаторов термометра для измерения максимальной и минимальной температуры, и, следовательно, к регистрации ошибочных показаний. Дверца укрытия для приборов должна быть обращена на север в северном полушарии и на юг в южном полушарии с тем, чтобы уменьшить воздействие прямого солнечного света на приборы, когда дверца открывается с целью ежедневной регистрации показаний.

Укрытие для приборов должно соответствовать требованиям, приведенным в «Перечне приборов, используемых в рамках программы GLOBE», в разделе «Комплект приборов и материалов». Укрытие можно изготовить в соответствии со схемой, приведенной в том же разделе. Внутренние

и наружные поверхности укрытия для приборов должны быть окрашены в белый цвет. Необходимо установить замок, предотвращающий повреждение приборов или искажение показаний посторонними лицами. Внутри укрытия должны быть установлены монтажные блоки, для того, чтобы термометр для измерения максимальной и минимальной температуры не прикасался к внутренней стенке укрытия. Дверца устанавливается на петлях с правой стороны укрытия (это не показано на схеме). Компоненты укрытия соединяются винтами. Размеры указаны на схемах в метрических единицах. См. подробные схемы укрытия для приборов в разделе «Комплект приборов и материалов».

После того, как начнется использование укрытия для приборов, время от времени очищайте его внутренние поверхности от пыли с помощью сухой ткани.

### **Как измеряется температура воздуха**

1. Поручите группе учащихся ежедневно считывать показания термометра в течение 1 часа до или после солнечного полудня. Учащиеся должны стоять как можно дальше от термометра, чтобы тепло, излучаемое телом, не влияло на показания термометра. Это очень важно в холодную погоду. Нельзя прикасаться к регистрирующим температуру компонентам термометра или дышать на него — это также может привести к искажению показаний.
2. Учащиеся должны ежедневно регистрировать текущую температуру, указываемую верхним краем столбика ртути на левой или правой шкале термометра с U-образной трубкой. Глаза учащегося, регистрирующего температуру, должны находиться на одном уровне с верхним краем столбика ртути. Иначе могут быть зарегистрированы слишком заниженные или завышенные показания.
3. Регистрируйте значения максимальной и минимальной температур, указываемые нижними краями индикаторов. Глаза учащегося, регистрирующего температуру, должны находиться на одном уровне с нижним краем индикатора.
4. После регистрации максимальной, минимальной и текущей температуры, учащиеся должны сбросить показания индикаторов. Это делается с помощью небольшого магнита, перемещающего индикаторы вниз до тех пор, пока они не установятся вровень с верхними краями столбика ртути. Для

того, чтобы магнит не потерялся, подвесьте его на прочной нитке внутри укрытия для приборов (например, подвесьте его к корпусу термометра).

Если время измерения температуры будет пропущено, сбросьте показания термометра при проведении следующих наблюдений, и в этот раз зарегистрируйте только текущую температуру. Так как между двумя измерениями температуры прошло больше 24 часов, нет возможности узнать, в какой день были зарегистрированы значения максимальной и минимальной температур.

### **Представление данных**

В базу данных учащихся-участников программы GLOBE загружается следующая информация.

- Дата и время (всемирное время) сбора данных
- Текущая температура воздуха
- Максимальная температура воздуха за прошедшие сутки
- Минимальная температура воздуха за прошедшие сутки



# учебные занятия



## ***Наблюдение, описание и идентификация облаков***

Учащиеся начинают распознавать различные типы облаков и их наименования.

## ***Оценка плотности облачного покрова: имитация***

Учащиеся практикуются, приобретая навыки оценки площади неба, покрытой облаками.

## ***Изучение укрытия для приборов***

Подразделившись на группы, учащиеся изучают методы размещения укрытия для приборов и то, каким образом результаты измерений могут зависеть от характеристик укрытия.

## ***Изготовление термометра***

Учащиеся изготавливают простые термометры и узнают, как и почему работают жидкостные термометры со стеклянными трубками.

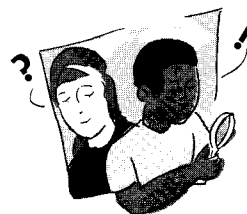
## ***Земля, вода и воздух***

На этом практическом учебном занятии учащимся демонстрируется происходящий с различной скоростью теплообмен между землей и водой, вызывающий охлаждение и нагрев и оказывающий значительное влияние на погодные условия.

## ***Наблюдение облаков***

Учащиеся наблюдают за облаками и погодными условиями и начинают понимать взаимосвязь между этими явлениями.

# Наблюдение, описание и идентификация облаков



## **Цель учебного занятия**

Учащиеся наблюдают облака, описывают их своими словами и сравнивают свои описания с официальными наименованиями типов облаков.

## **Краткое описание**

Учащиеся наблюдают и зарисовывают облака, описывая их форму. Первоначально они составляют свои собственные описания, постепенно переходя к использованию научных терминов. Они приводят свои описания в соответствие со стандартной классификацией, используя таблицу облачности GLOBE, подразделяющую облака на 10 различных типов. Каждый учащийся подготавливает свой индивидуальный справочник характеристик облаков, который он использует вместе с таблицей облачности GLOBE.

## **Продолжительность**

Два классных занятия. Занятия могут быть повторены в те дни, когда будут наблюдаться другие типы облаков.

## **Уровень подготовки**

Любой.

## **Основные концепции**

Облака классифицируются по их форме и высоте, а также по характеристикам осадков.

## **Предпосылки**

Для того, чтобы делать точные прогнозы погоды, необходимо вести тщательные и последовательные наблюдения. Человеческий глаз — один из лучших метеорологических приборов, и визуальные наблюдения не требуют больших затрат. Большая часть имеющейся у нас информации о погодных условиях была получена в результате непосредственных наблюдений, которые велись людьми в течение тысяч лет. Несмотря на то, что возможность классифицировать облака полезна сама по себе, ведение регулярных наблюдений облаков и погодных условий, наблюдающихся в сочетании с облаками различных типов, помогут учащимся установить взаимосвязи между типами облаков и погодными условиями. Умение распознавать тип облаков помогает предсказывать изменения погоды в ближайшем будущем. Мы не описываем эти взаимосвязи в этом руководстве, но издано множество книг по метеорологии, которые помогут вам и вашим ученикам установить такие

## **Навыки**

*Наблюдение, описание* внешнего вида облаков

*Идентификация* десяти основных типов облаков

*Оценка* высоты облаков

*Регистрация и организация* данных об облаках в научном дневнике участника программы GLOBE

## **Материалы и инструменты**

Таблица облачности GLOBE

Листы для регистрации результатов наблюдений облаков (см. «Приложение»)

Научные дневники участников программы

Справочники с изображениями облаков

Фотографическая камера или видеокамера для получения изображений облаков (не обязательно)

## **Подготовка наблюдений**

Следует получить справочники характеристик облаков и отметить надлежащие страницы.

## **Предварительные условия**

Отсутствуют.

взаимосвязи. Если вы пригласите метеоролога встретиться с классом и поговорить с учащимися, это, несомненно, будет способствовать стимуляции интереса учащихся к взаимосвязности между типами облаков и характеристиками погодных условий.

В ходе этого занятия учащиеся должны вести тщательные наблюдения облаков, делать зарисовки и описывать их своими словами *перед тем*, как они начнут пользоваться официальными наименованиями. Занятие можно повторять в другие дни, когда будут наблюдаться разные типы облаков. Фактически, если это допускают условия проведения занятий, можно время от времени делать перерыв и вести наблюдения за облаками на открытом воздухе каждый раз, когда на небе будут замечены облака нового типа. Со временем учащиеся накопят значительный опыт распознавания типов облаков. Если нет возможности выходить с учащимися наружу, наблюдать за облаками можно и через окно.

### Подготовка учащимися личных справочников характеристик облаков

Учащиеся должны подготовить, в своих научных дневниках участников программы GLOBE или в отдельных тетрадях, индивидуальные перечни типов облаков с соответствующими заметками. Каждому идентифицированному ими типу облаков следует отводить отдельную страницу в научном дневнике участника программы GLOBE. В такой справочник можно заносить результаты личных наблюдений и описания, а также сделанные учащимися или вырезанные ими фотографии облаков. Во многие дни учащиеся могут одновременно наблюдать несколько различных типов облаков. Если наблюдаются сразу несколько типов облаков, учащиеся должны зарегистрировать каждый из них на отдельной странице своего научного дневника участника программы GLOBE.

### Идентификация и классификация облаков

Во время выполнения практической работы учащимся поручается идентификация десяти наиболее распространенных типов облаков. Используемые наименования типов облаков **описывают их форму, высоту**, на которой они расположены, и **наличие или отсутствие осадков**, связанное с облаками того или иного типа.

1. Различаются три основных типа формы облаков.
  - Кучевые облака*
  - Слоистые облака*
  - Перистые облака*
2. Облака различаются по высоте, на которой они расположены (при этом высотой облака считается высота основания облака).
 

В наименованиях облаков, находящихся на большой высоте (выше 6000 метров) используется слово «перистый» или приставка «перисто-»:

  - Перистые облака
  - Перисто-кучевые облака
  - Перисто-слоистые облака

В наименованиях облаков, находящихся на средней высоте (от 2000 до 6000 метров) используется приставка «высоко-»:

  - Высококучевые облака
  - Высокослоистые облака

В наименованиях низко расположенных облаков (на высоте менее 2000 метров) приставки не используются:

  - Слоистые облака
  - Слоисто-дождевые облака
  - Кучевые облака
  - Слоисто-кучевые облака
  - Кучеводождевые (грозовые) облака

**Примечание.** Несмотря на то, что основания кучевых и кучеводождевых облаков могут находиться на высоте менее 2000 метров, их толщина часто достаточна для того, чтобы верхние части этих облаков находились на уровне высоких или даже перистых облаков. В таких случаях их называют «вертикально распространенными облаками». Перистыми бывают только самые высокие облака, и наименование «перистые облака» стало синонимом наиболее высоко расположенных облаков.

3. Осадки выпадают из облаков, в наименованиях которых используется слово «**дождевые**».

### Советы по идентификации облаков

В ходе идентификации облаков в соответствии с официальной классификацией полезно помнить о нескольких вещах.

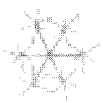
Вытянутые ровными разреженными полосами облака того или иного типа, находящиеся высоко в небе, всегда называются перистыми. Если перистые облака содержат волнистые или завихряющиеся структуры, они называются перисто-кучевыми. Если перистые облака образуют непрерывные слои, достигающие большой высоты, они называются перисто-слоистыми.

Облака, достигающие средней высоты, обозначаются наименованиями с приставкой «высоко-». Если они имеют слоистую структуру, их называют высокослоистыми облаками. Если они отличаются волнистой, завихряющейся структурой, их называют высококучевыми.

Облака, формирующиеся на небольшой высоте (менее 2000 метров) относятся к семействам кучевых или слоистых облаков. Облака, относящиеся к семейству кучевых, имеют «всклоченный», «взбитый» вид. Облака, покрывающие значительную часть неба ровными тонкими слоями, относятся к семейству слоистых.

Темные низкие облака угрожающего вида, из которых *фактически выпадает дождь*, называются «дождевыми». Слоисто-дождевые облака покрывают все небо широкими полосами; их появление сопровождается обложным (непрерывным и длительным) дождем. Размер слоисто-дождевых облаков больше по горизонтали, чем по вертикали. Из слоисто-дождевых облаков, как правило, выпадает малоинтенсивный дождь (морось) или дождь умеренной интенсивности, но такой дождь идет на большой территории и в течение длительного времени. Кучеводождевые облака отличаются темным основанием и «всклоченной» верхней частью; форма этих облаков, называемых также грозовыми, часто напоминает наковальню. Из таких облаков часто выпадает обильный дождь или ливень, как правило, сопровождающийся молниями и громом.





## Фотографирование облаков

Фотографии облаков нетрудно найти в книгах и журналах. Тем не менее, учащимся понравится фотографировать облака самостоятельно. Предложите им это занятие после того, как они зарисуют и опишут облака своими словами. Видеосъемка движущихся облаков также позволяет увидеть формирование и поведение облаков в новой перспективе, особенно если вы можете пользоваться треножником и вести ускоренную съемку.



## Часть 1. Описание облаков своими словами

### Подготовка и проведение занятия

1. Разделите учащихся на группы по два человека в каждой. Поручите им взять свои научные дневники участников программы GLOBE и выйти на открытое место, где можно наблюдать за облаками. Каждый из учащихся должен сделать подробную зарисовку облаков в небе. Если одновременно наблюдаются несколько типов облаков, учащиеся могут зарисовать каждый тип облаков на отдельной странице своего дневника.
2. Каждый из учащихся должен зарегистрировать дату и время дня и описать внешний вид облаков, рядом с зарисовкой. При этом можно использовать столько слов, сколько это необходимо для описания внешнего вида облаков. Следует объяснить учащимся, что в данном случае не может быть правильных или неправильных описаний, и что они могут пользоваться любыми словами, которые им кажутся наиболее подходящими. Например, учащиеся могут описывать облака, используя следующие эпитеты.

*Размер облаков:* небольшие, большие, тяжелые, легкие, плотные

*Форма облаков:* всклокоченные, растянутые, похожие на вату, бугорчатые, разорванные, однородные, неоднородные, слоистые, неровные, похожие на ...

*Цвет облаков:* серые, черные, белые, серебристые, молочного цвета

*Общее описание облаков:* грозовые облака, угрожающего вида, мрачные, обволакивающие, красивые, с прожилками, туманные, волнистые, рассеянные, движущиеся, вращающиеся

3. По возвращении в класс пары учащихся должны обменяться своими описаниями. Разделив учащихся на группы по четыре

человека, попросите их составить «групповой список» всех эпитетов, с помощью которых они описывали каждый из наблюдавшихся типов облаков.

4. Пользуясь таблицей облачности GLOBE, учащиеся должны найти одну из фотографий, которой соответствует их зарисовка, и записать научное наименование этого типа облаков рядом со своей зарисовкой.

## Часть 2. Сравнение описаний, подготовленных учащимися, с официальными описаниями

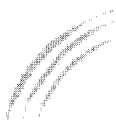
### Подготовка и проведение занятия

1. (Вы можете отложить это обсуждение до тех пор, когда класс подготовит описания нескольких различных типов облаков.) Начните обсуждение типов облаков в классе. Попросите одну из групп, состоящих из четырех учащихся, нарисовать облако на доске и записать эпитеты, которыми участники этой группы пользовались при описании этого облака. Если наблюдались несколько различных типов облаков, попросите другие группы учащихся зарисовать на доске облака других типов. Попросите других учащихся добавить дополнительные эпитеты, использованные ими при описании этих облаков.

Попросите учащихся подразделить использованные ими эпитеты на группы, состоящие из сходных эпитетов. Попросите их назвать определенные характеристики облаков (такие, как размер, форма, цвет, высота и т. п.), к которым относятся эти группы эпитетов. Пропустили ли учащиеся какие-либо заметные характеристики облаков? На какой основе, по их мнению, можно классифицировать облака, т. е. на какие характеристики они обращали внимание?

2. Попросите учащихся указать «официальные» наименования типов облаков, изображенных на доске. Объясните им, что в соответствии с официальной классификацией облака подразделяются на различные типы в зависимости от трех характеристик: формы, высоты и наличия осадков. Сравните официальную систему с той системой классификации, которую учащиеся разработали сами. Какие характеристики учитываются или не учитываются в той и другой системах?

Попросите учащихся описать своими



словами следующие семейства (категории) облаков:

- Слоистые облака
- Кучевые облака
- Перистые облака
- Дождевые облака

3. Повторяйте наблюдения, зарисовку и описание различных типов облаков в следующие дни, по мере появления в небе облаков новых типов. Поручите учащимся выделять отдельную страницу своего научного дневника участника программы GLOBE каждому новому типу облаков, который они наблюдают. Поручите им записывать официальное наименование типа облаков и предпочтительные самими учащимися описания этих облаков. Продолжайте обсуждать основы официальной системы классификации облаков.

### **Адаптация материала для учащихся младших и старших классов**

Учащиеся младших классов могут описывать облака в терминах, соответствующих основному типу облаков, т. е. как перистые, кучевые и слоистые. Они могут также описывать высоту облаков, называя их низкими, умеренной высоты и высокими, а также цвет облаков — белый, серый или черный.

Учащиеся старших классов могут определять связь между появлением облаков того или иного типа и теми или иными погодными условиями. См. описание занятия «Наблюдение облаков». Учащиеся могут также обращать внимание на последовательность, в которой появляются различные типы облаков на протяжении нескольких суток, и изучать факторы, влияющие на формирование облаков.

В ходе этого занятия могут появиться интересные возможности сотрудничества с учителем рисования или литературы, каждый из которых может предложить различные, может быть, не научные, способы описания облаков.

### **Дальнейшие исследования**

Изучите взаимосвязь между ветром и облаками. Постройте график направления и скорости ветров (розу ветров) для каждого наблюдаемого типа облаков.

Разъясните взаимосвязь между гидро-логическим циклом (круговоротом воды в природе) и атмосферными условиями.

Фотографии, сделанные с помощью спутников и пилотируемых космических кораблей, позволяют наблюдать за динамическими процессами в атмосфере нашей планеты и изучать крупномасштабные явления, которые невозможно просле-

живать с поверхности Земли. Использование изображений, сделанных из космоса, позволяет предсказывать погоду или проследить движение гроз. Обсудите преимущества и недостатки изображений, сделанных из космоса, по сравнению с местной метеорологической информацией.

Наблюдайте за грозами и облаками на расстоянии, чтобы лучше разобраться в местных погодных условиях. Пользуйтесь биноклем, чтобы изучать облака и образуемые ими структуры на расстоянии. Пользуйтесь картами местности, чтобы оценивать расстояние между ориентирами и скорость перемещения облаков.

Некоторые игры помогают практиковаться, приобретая навыки идентификации типов облаков и усваивая новые концепции:

**Игра «в облака» №1.** Поручите каждому из учащихся подготовить набор из десяти карточек размером примерно 7,5 x 12,5 см, на каждой из которых должно быть записано наименование одного из типов облаков. Следует подготовить также второй набор карточек, на каждой из которых укреплен фотография или зарисовка облаков одного из десяти типов. Пары учащихся складывают свои карточки вместе, лицевой стороной вниз. Партнеры поочередно переворачивают по две карточки, пытаются найти соответствующие пары наименований и фотографий (зарисовок). Игра продолжается до тех пор, пока не будут найдены все соответствующие пары карточек. Победителем считается игрок, обнаруживший наибольшее количество соответствующих пар карточек.

**Игра «в облака» №2.** Группы учащихся готовят вопросы, относящиеся к облакам: к их внешнему виду, форме, высоте и плотности облачного покрова (т. е. к процентной доле занимаемой ими площади неба). Ответы записываются на карточках размером примерно 7,5 x 12,5 см. Например, «Рассеянные облака» — ответ на вопрос: «Как называются облака, покрывающие от одной десятой до половины площади неба?» Разделите класс на группы игроков. Игроки должны задавать вопросы, соответствующие ответам на показанных им карточках (см. выше).

# Оценка плотности облачного покрова: ИМИТАЦИЯ



## Цель занятия

Учащиеся понимают трудность оценки плотности облачного покрова в процентах от площади неба и учатся оценивать плотность облачного покрова, пользуясь бумажными моделями (имитациями), а также проверять точность своей оценки.

## Краткое описание

Разделившись на пары или небольшие группы, учащиеся используют картон, имитируя облачный покров. Они оценивают плотность облачного покрова в процентах от площади неба и классифицируют облачный покров.

## Продолжительность

Одно классное занятие.

## Уровень подготовки

Промежуточный и высокий уровень подготовки.

## Основные концепции

Использование моделирования для оценки точности наблюдений.

## Навыки

Оценка плотности моделированного облачного покрова

Обмен математической информацией

Сбор и регистрация данных

Организация данных в таблицах

## Материалы и инструменты

Научные дневники участников программы

Листы цветного картона (по 1 синему и по 1 белому листу на каждого учащегося)

Клей или липкая лента

## Предварительные условия

Знакомство с системой классификации облачного покрова

Знакомство с дробями и процентами

## Предпосылки

Даже опытные наблюдатели испытывают затруднения, оценивая плотность облачного покрова. Это связано, в частности, со свойственной всем людям склонностью недооценивать размеры открытого пространства между объектами, по сравнению с размерами пространства, занятого этими объектами (в данном случае, облаками). Учащимся предоставляется возможность самим убедиться в существовании такой недооценки, подумать о последствиях этой недооценки в научной работе и разработать методы, позволяющие производить более точную оценку плотности облачного покрова.

## Подготовка и проведение занятия

Повторите вместе с учащимися материал описания практической работы по теме «Оценка плотности облачного покрова». Разъясните им, что они будут моделировать облачный покров, пользуясь картоном, и пытаться оценить плотность облачного покрова, имитированного с помощью кусочков картона. Продемонстрируйте выполнение приведенных ниже операций 3—6, чтобы учащиеся усвоили практические методы моделирования.

1. Выдайте каждому учащемуся необходимые материалы:
  - один лист голубого картона;
  - один лист белого картона, разделенный на 10 равных сегментов;
  - научный дневник участника программы GLOBE;
  - клей или липкую ленту.
2. Разделите учащихся на группы по два человека.
3. Поручите каждой паре учащихся выбрать процентное значение площади облачного покрова, который они хотят смоделировать. Следует выбирать значения, кратные 10 процентам (т. е. 20%, 30%, 60% и т. п., но не 5% или 95%). Учащиеся не должны говорить окружающим, какое процентное значение они выбрали.
4. Работая по отдельности, каждая пара учащихся должна вырезать определенное количество белого картона, отражающее выбранное ими процентное значение площади облачного покрова. Например, если выбрано значение 30%, следует вырезать 30% площади листа белого картона и выбросить оставшиеся 70% этого листа.

5. После этого учащиеся должны разорвать остающийся у них белый картон на куски неправильной формы, имитирующие облака.
6. Учащиеся должны наклеить или закрепить липкой лентой имитирующие облака куски картона на голубом картоне, моделируя таким образом облачный покров.
7. Учащиеся поочередно рассматривают модели, подготовленные другими группами, и оценивают изображаемое этими моделями процентное значение площади облачного покрова. Они так же оценивают эти имитации в соответствии с принятой классификацией плотности облачного покрова, относя приготовленные изображения неба к категориям «ясное небо», «рассеянные облака», «разорванные облака» и «сплошной облачный покров». Учащиеся записывают результаты своей оценки в научные дневники, пользуясь таблицей, сходной с таблицей, приведенной на рис. АТМ-Л-1.

Все учащиеся могут рассмотреть и оценить все приготовленные модели, или вы можете разделить класс на группы таким образом, чтобы определенные учащиеся оценивали только некоторые модели.

**Рис. АТМ-Л-1**

Имя	Оценка (%)	Классификация
Джон и Элис	40%	Рассеянные
Хуан и Хосе	70%	Разорванные

8. Когда учащиеся закончат оценку моделей облачного покрова, изобразите на доске таблицу, с помощью которой можно будет сравнить результаты их оценки с фактическим процентными значениями (см. рис. АТМ-Л-2).
9. Изобразите также вторую таблицу, которая позволит сравнивать правильные классификационные определения с неправильными (см. рис. АТМ-Л-3).
10. Обсудите с классом точность полученных ими оценочных значений.

Какая оценка оказалась более точной — оценка процентных значений или классификационная оценка?

В каком случае было допущено наибольшее количество ошибок?

Могут ли учащиеся дать количественную оценку общей точности их наблюдений?

Проявили ли учащиеся склонность к переоценке или недооценке фактической плотности облачного покрова?

Какие факторы повлияли на точность их оценки (например, размеры облаков, сосредоточение облаков в одной части неба, площадь части неба, занятой облаками)?

Считают ли учащиеся, что для правильной оценки плотности облачного покрова нужно иметь особый талант, или этому можно научиться?

В каких еще ситуациях могут оказаться полезны навыки такой оценки пространственных пропорций?

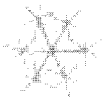
Какие классификационные категории было легче всего и труднее всего определить?

**Рис. АТМ-Л-2**

Имя	Значение (%)	Недооценка	Правильная оценка	Переоценка
Джон и Элис	50	4	5	12

**Рис. АТМ-Л-3**

Имя	Классификация	Недооценка	Правильная классиф.	Переоценка
Джон и Элис	Рассеянные облака	4	9	8



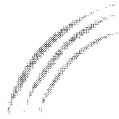
Какие методы позволили учащимся дать точную оценку плотности облачного покрова в процентах?

Какие методы позволили учащимся правильно классифицировать плотность облачного покрова?

### **Адаптация материала для учащихся младших и старших классов**



Учащиеся младших классов может потребоваться разъяснение методов определения пропорциональных соотношений площадей, выраженных в дробных эквивалентах, и методов преобразования дробных эквивалентов в процентные.



Учащиеся старших классов могут подготавливать и снимать на видеопленку модели, отражающие прогнозы погоды, переданные местной радиостанцией или по телевидению. Моделируя прогноз погоды, можно пользоваться вырезанными обозначениями преобладающих типов облаков, отмечать цифрами процентные значения плотности облачного покрова и указывать видимость на автомобильных дорогах.



# Изучение укрытия для приборов



## **Цель занятия**

Осмысление свойств и характеристик укрытия для приборов.

## **Краткое описание**

Учащиеся изучают некоторые характеристики укрытия для приборов и его размещения. Основное время уделяется построению укрытий с различными свойствами и изучению влияния этих свойств на измеряемую температуру. Учащиеся пытаются предсказывать, каким образом, с их точки зрения, та или иная конструкция укрытия повлияет на результаты измерений.

## **Продолжительность**

Обсуждение укрытия и проектирование эксперимента: одно классное занятие. Проведение эксперимента (моделирование укрытий): два или три дополнительных занятия.

## **Уровень подготовки**

Любой.

## **Основные концепции**

Перенос тепла посредством излучения, теплообмена и конвекции.

## **Навыки**

*Выдвижение гипотез и прогнозирование*  
*Проектирование экспериментов*  
*Сбор данных*  
*Организация и анализ данных*  
*Представление результатов эксперимента, устное и письменное*

## **Материалы и инструменты**

Как минимум два картонных укрытия для приборов (количество моделей зависит от количества изучаемых характеристик и доступности материалов). В качестве моделей укрытий можно использовать готовые коробки из-под продуктов питания или для обуви. Рекомендуется использовать экспериментальные укрытия одинаковых размеров, чтобы размер и форма укрытия не влияли на результаты эксперимента. Если имеются только листы толстого картона, укрытия могут быть изготовлены в соответствии с согласованным планом.

Для изучения одного из свойств требуется как минимум два картонных укрытия.

В зависимости от количества изучаемых характеристик, могут потребоваться следующие материалы.

Белая краска и черная краска ( и з у ч е н и е влияния цвета).

Две кисти (для нанесения краски).

Ножницы для резки картона (необходимые при изготовлении укрытий из листов толстого картона, а также для изучения воздействия прорезей в стенках укрытий).

Бумага (для сравнения характеристик укрытий, изготовленных из различных материалов).

По два или более термометра на каждую группу учащихся (в зависимости от количества одновременно проверяемых характеристик).

Веревка.

Одна или несколько деревянных стоек, достаточно прочных для установки в земле и удержания укрытия для приборов (укрытия можно закреплять на стойках гвоздями).

Гвозди (для закрепления укрытий на стойках, по мере необходимости).

Молоток.

Измерительная планка.

Фактическое укрытие для приборов, используемое в рамках программы GLOBE. Если фактическое укрытие еще не изготовлено, учащиеся могут пользоваться его изображением и описанием его физических характеристик, приведенными в разделе «Комплект приборов и материалов».

## **Подготовка занятия**

Приготовьте материалы, необходимые для изготовления укрытий. Учащиеся могут принести круглые контейнеры из-под пищевых продуктов или обувные коробки.

## **Предварительные условия**

Сборка укрытия для приборов.



## Предпосылки

Хотя на первый взгляд может показаться, что температуру воздуха измерять нетрудно, регистрация множеством людей в разных странах мира точных значений температуры, которые можно сравнивать — не такое уж простое дело. Для того, чтобы измерения температуры имели смысл, необходимо измерять ее в сравнимых условиях. Воздействие ветра, прямого солнечного света и влаги могут влиять на показания термометра; поэтому необходимо защитить приборы от этих воздействий, устанавливая их в укрытии, изготовленном в соответствии с определенными техническими требованиями. Кроме того, расположение укрытия для приборов и расположение термометра внутри укрытия также играют критическую роль.

Необходимо быть уверенными в том, что разница между значениями температуры, зарегистрированными в различных районах, связана с фактической разницей между температурой воздуха в этих районах, а не с тем, что, например, в одном случае термометр был установлен в укрытии, размещенном на покрытом травой поле, а в другом — на окне, под воздействием прямого солнечного света.

## Подготовка и проведение занятия

### Первый день

1. Следует начать обсуждение, попросив учащихся определить основные характеристики укрытия для приборов, которые могут повлиять на показания установленного в укрытии термометра. К таким характеристикам относятся:

- цвет поверхности укрытия;
- наличие прорезей в стенках укрытия;
- материалы, из которых изготовлено укрытие.

Следует также обсудить вопрос о том, почему учащиеся считают, что эти характеристики имеют важное значение.

2. За обсуждением физических характеристик укрытия должно последовать обсуждение размещения укрытия для приборов и размещения термометра внутри укрытия. Можно задать следующие вопросы.

- Почему укрытие должно быть установлено поодаль от зданий и деревьев?
- Почему укрытие следует устанавливать на участке с естественной, например, покрытой травой, поверхностью?
- Почему укрытие следует устанавливать на высоте 1,5 метра над поверхностью земли?
- Почему укрытие должно быть ориентировано так, чтобы его дверца была обращена на север в северном

полушарии и на юг в южном полушарии?

- Почему термометр не должен прикасаться к поверхностям укрытия?

Учащиеся должны предсказать воздействие каждого из перечисленных выше параметров на результаты измерения температуры. Затем следует проверить их предсказания.

### Первый или второй день (в зависимости от продолжительности обсуждения)

1. Разделите учащихся на группы. Количество групп зависит от числа исследуемых характеристик, доступности материалов и количества учащихся. Можно сформировать до восьми групп, занимающихся изучением восьми основных параметров, обсуждавшихся выше.

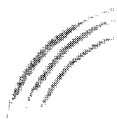
2. Каждая группа должна изготовить два укрытия. Это простая задача, если учащиеся могут пользоваться заранее приготовленными контейнерами из-под пищевых продуктов или обувными коробками; задача усложняется, если учащиеся должны сами изготовить укрытия из листов толстого картона.

Если укрытия изготавливаются из листов толстого картона, фактическая конструкция укрытия (в форме цилиндра или параллелепипеда) не так важна, как тот факт, что все укрытия должны быть, по возможности, одинаковой конструкции и одинаковых размеров.

3. Каждой группе поручается, по выбору учащихся или по выбору учителя, изучение того или иного свойства укрытия. Те группы, которым поручено изучение физических характеристик укрытия, должны выполнить дополнительную работу. Ниже перечисляются возможные изменения, которые вносятся в конструкцию укрытий с целью изучения их характеристик.

- Окраска одного укрытия в белый цвет, а другого — в черный цвет.
- Изготовление одного укрытия без прорезей в стенках, а другого — с прорезями в стенках (оба укрытия окрашиваются в белый цвет).
- Если используются стандартные, заранее приготовленные коробки, изготавливается из тонкой белой бумаги укрытие той же конструкции и тех же размеров, что и укрытие из толстого картона. Картонное укрытие окрашивается в белый цвет.

4. Все укрытия следует закрепить на стойках (за исключением укрытий, используемых с



целью изучения воздействия высоты расположения над землей на результаты измерений). В большинстве случаев можно использовать стойки высотой не более метра. Группа, изучающая воздействие высоты расположения укрытия на результаты измерений, должна установить одно укрытие непосредственно на поверхности земли, а другое закрепить на стойке высотой примерно 1,5 метра.

5. Каждой группе учащихся выдается по два термометра. Перед размещением термометров в укрытиях учащиеся должны убедиться в том, что оба термометра указывают одинаковую температуру в помещении. Если показания термометров расходятся, их следует откалибровать, выполнив инструкции, приведенные в описаниях практических работ по теме «Атмосферные исследования». Если показания термометров, помещенных в ванночку со смесью воды и льда, отклоняются от 0 градусов по шкале Цельсия более, чем на 0,5 градуса, их не следует использовать. Термометры не устанавливаются внутри укрытий до тех пор, пока учащиеся не приготовятся к перемещению укрытий на открытый воздух.

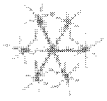
### Третий или четвертый день

1. Лучше всего проводить это занятие в солнечную, но слегка ветренную погоду. Сплошная облачность, дождь или снег нежелательны.
2. Каждая группа должна зарегистрировать исходную температуру, указываемую их термометрами (опять же, показания обоих термометров должны совпадать).
3. Термометры следует устанавливать в укрытиях так, чтобы они не прикасались к картонной (или бумажной) поверхности укрытия (за исключением случая, когда группа учащихся изучает воздействие контактирования термометра со стенкой укрытия на результаты измерения). Если используются стандартные, заранее приготовленные картонные коробки, термометр можно подвесить на прочной нитке под верхней стороной (крышей) укрытия.
4. Каждая группа выносит на открытый воздух по два укрытия с размещенными в них термометрами. Группы, изучающие воздействие физических характеристик укрытия (цвета, наличия прорезей, материала), должны найти открытый участок, расположенный поодаль от зданий, предпочтительно в поле. Группы, изучающие воздействие местоположения укрытия на

результаты измерений, разделяются на две подгруппы. Одна подгруппа устанавливает укрытие на правильно расположенном участке (на травянистой поверхности, поодаль от зданий). Другая группа устанавливает укрытие на участке, отличающемся теми или иными недостатками. Таким образом, с целью изучения влияния местоположения укрытия на результаты измерений,

- одно укрытие устанавливается на участке с идеальными характеристиками, а другое — рядом с освещенной Солнцем стороной здания;
  - одно укрытие устанавливается на участке с идеальными характеристиками, а другое — посередине автомобильной стоянки или на другой асфальтированной поверхности;
  - одно укрытие устанавливается на высоте 1,5 метра над поверхностью земли, а другое — непосредственно на земле, у основания стойки первого укрытия;
  - одно укрытие устанавливается так, чтобы его дверца была обращена на север, а другое — так, чтобы его дверца была обращена на юг.
5. Примерно через пять минут после установки укрытий учащиеся должны зарегистрировать температуру, указываемую каждым из термометров. Затем следует подождать еще пять минут и снова зарегистрировать температуру. Регистрацию температуры, указываемой обоими термометрами, следует продолжать через каждые пять минут до тех пор, пока она не стабилизируется, т. е. пока температура не перестанет изменяться. Показания одного термометра могут достигнуть максимальной температуры позже, чем показания другого. Поэтому важно проверять показания обоих термометров.
  6. После стабилизации температуры в обоих укрытиях учащиеся могут перенести свои укрытия и листки с зарегистрированными значениями температуры обратно в классную комнату.
  7. Каждая из групп учащихся должна представить всему классу краткий отчет о полученных ею результатах наблюдений, после чего учащиеся могут обсудить причины возникновения отмеченной ими разницы температур.
  8. Каждая группа учащихся должна подготовить краткий письменный отчет с указанием зарегистрированных значений температуры. Участники группы должны обсудить полученные ими результаты, в том числе то, каким образом и почему тот или иной фактор повлиял на температуру.



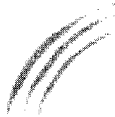


### **Адаптация материала для учащихся младших и старших классов**

*Учащиеся младших классов.* Количество изучаемых характеристик можно ограничить цветом укрытия, наличием прорезей в стенках укрытия, размещением укрытия рядом со зданием и поодаль от зданий и размещением укрытия на естественной и асфальтированной поверхностях. Укрытия можно размещать на земле, а не закреплять на стойках (даже если укрытия будут размещены на земле в различных местах, воздействие изучаемого фактора будет прослеживаться).



*Учащиеся старших классов.* учащиеся старших классов могут сравнить существенность различных факторов, приготовив более чем два укрытия для изучения каждой характеристики. Например, учащиеся могут проверить, какой из факторов важнее — цвет поверхности укрытия или наличие прорезей в стенках укрытия, изготовив одно белое и одно черное укрытия с прорезями в стенках и одно белое и одно черное укрытия без прорезей в стенках. Сравнивая показания термометров, полученных под воздействием различных сочетаний факторов, они могут определить, какой из факторов оказывает наиболее существенное влияние на измеряемую температуру. Кроме того, они могут определить, как результаты измерений изменяются в зависимости от конструкции укрытия в различных погодных условиях, например, в пасмурный день и в солнечный день, или в безветренную погоду и в очень ветренную погоду.



### **Оценка усвоения материала учащимися**

Степень понимания учащимися важности конструкции и размещения укрытия можно оценить на основании

- выводов, которые они делают в своих устных и письменных отчетах;
- степени понимания вопросов, демонстрируемого ими в ходе обсуждения;
- их способности отвечать на дополнительные вопросы, например, на вопрос: «Как изменятся показания температуры, если белое укрытие будет покрыто толстым слоем пыли?»;
- точности зарегистрированных ими результатов измерений.



# Изготовление термометра



## **Цель занятия**

Учащиеся понимают принципы и причины функционирования стандартного термометра.

## **Краткое описание**

Учащиеся изготавливают термометр из пластиковой бутылки, сходный по своей конструкции с термометрами, используемыми школами в рамках программы GLOBE. Все эти термометры функционируют на основе принципа температурного расширения и сжатия. Эксперимент позволяет также продемонстрировать принцип переноса тепла.

## **Продолжительность**

Два классных занятия

1. Проведение эксперимента: одно классное занятие
2. Обсуждение принципов расширения, сжатия и переноса тепла посредством теплообмена и конвекции: от 15 до 30 минут
3. Запись данных на доске или диапозитиве и подготовка графиков: 30 минут
4. Представление результатов, полученных каждой группой, предложение проверяемых переменных параметров и обсуждение любых других выявленных проблем: 30 минут

## **Уровень подготовки**

Промежуточный (средний) уровень подготовки.

## **Основные концепции**

- Расширение и сжатие веществ при изменении температуры.
- Функционирование жидкостных стеклянных термометров на основе принципа температурного расширения и сжатия.
- Теплообмен и конвекция — две формы переноса тепла.

## **Навыки**

- Построение экспериментального аппарата
- Проведение эксперимента
- Наблюдение и измерение
- Сбор, организация и регистрация данных
- Эффективное сотрудничество в группе

## **Материалы и инструменты**

(каждой группы учащихся)

- Лед
- Вода
- Одна литровая пластиковая бутылка
- Прозрачная или белая пластиковая трубочка
- Пластилин. 0,5 кг пластилина должно быть достаточно для изготовления 25—30 термометров
- Две двухлитровые пластиковые бутылки с обрезанными горлышками
- Ножницы или нож для обрезания горлышек двухлитровых пластиковых бутылок
- Пищевой краситель (лучше красный, синий или зеленый, чем желтый)
- Часы с секундной стрелкой
- Метрическая линейка
- Фломастер или ручка для разметки пластиковой трубочки
- Описание изготовления термометра

## **Подготовка занятия**

- Сбор необходимых материалов.
- Повторение принципов переноса тепла.

## **Предварительные условия**

Отсутствуют.

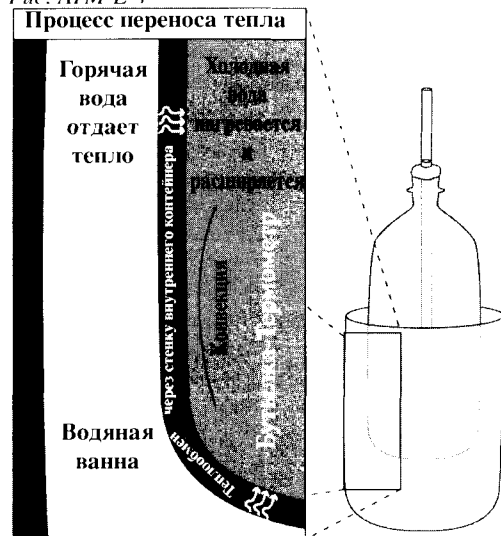
## Предпосылки

Более подробную информацию о принципах функционирования термометров см. в подразделе «Полевые атмосферные исследования» раздела «Приветствие».

Между термометром, изготовленным из пластиковой бутылки, и термометрами, используемыми для регистрации данных в рамках программы GLOBE, существуют определенные различия: используются различные жидкости, термометр из пластиковой бутылки не является замкнутой системой, и в нем не используется цифровая шкала.

В ходе этого занятия рассматриваются несколько научных принципов. Один из них — принцип температурного расширения и сжатия. Большинство веществ расширяются при нагреве и сжимаются при охлаждении. В диапазоне температур, используемом при проведении настоящего эксперимента, вода тоже расширяется при нагреве и сжимается при охлаждении. (Когда вода начинает замерзать, она снова расширяется.)

Рис. ATM-L-4



Вещества расширяются при нагреве потому, что их кинетическая энергия, или энергия движения, увеличивается с повышением температуры. Молекулы веществ перемещаются быстрее и отдаляются одна от другой, что приводит к расширению материала. Когда вещество охлаждается, расстояние перемещения молекул уменьшается и вещество сжимается.

В случае воды коэффициент расширения при нагреве довольно мал; поэтому большой объем воды расширяется лишь незначительно. Тем не менее, в связи с тем, что весь возникающий дополнительный объем воды направляется в трубочку небольшого диаметра, за этим расширением можно проследить.

Этот опыт позволяет также продемонстрировать перенос тепла посредством теплообмена. Теплообмен происходит, когда энергия передается от одной молекулы к другой при непосредственном соприкосновении поверхностей, например, когда нагревается металлическая ручка сковородки. Металлы хорошо проводят тепло. Дерево плохо проводит тепло. В ходе эксперимента теплая вода в наружном сосуде передает тепло посредством теплообмена, через пластиковую стенку литровой бутылки, воде, находящейся во внутреннем сосуде.

Несмотря на то, что перенос тепла посредством теплообмена может происходить в твердых веществах, жидкостях и газах, он наиболее эффективен в твердых веществах и жидкостях. В атмосфере молекулы воздуха контактируют с поверхностью земли и нагреваются посредством теплообмена. По мере накопления энергии этими молекулами плотность нагревающегося воздуха уменьшается, и он поднимается, т. е. вытесняется более холодным воздухом.

Конвекцией называется перемещение жидкостей и газов на относительно большие расстояния, приводящее к перераспределению тепла по всему объему. Обычным примером конвекции является кипение воды в кастрюле. В этом случае вода контактирует с дном кастрюли (источником тепла), нагревается и становится менее плотной, чем вода в верхних слоях объема. Горячая вода поднимается, более холодная вода опускается и снова нагревается, контактируя с дном кастрюли.

## Подготовка

Следует разделить учащихся на группы по два или три человека. Ниже приводятся описания операций, выполнение которых поручается различным учащимся.

1-й учащийся — сборщик: подготовливает материалы и собирает термометр.

2-й учащийся — измеритель: отмеряет промежутки времени продолжительностью 2 минуты каждый и делает отметки на пластиковой трубочке, прослеживая перемещение в ней воды; измеряет длину заполненной водой части трубочки в конце эксперимента и сообщает полученные результаты; представляет классу доклад о результатах эксперимента.

3-й учащийся — регистратор: записывает результаты измерений и заносит полученные группой результаты в таблицу данных.

Приготовьте копии описания изготовления термометра и раздайте их всем группам учащихся.

Учитель должен подготовить материалы перед началом классного занятия. Если учащиеся

подразделяются на небольшие группы, им нужно дать предварительные поручения. Учащиеся должны принести с собой литровые и двухлитровые пластиковые бутылки. Отведите примерно неделю на сбор необходимых материалов, если учащимся поручено принести бутылки. Перед проведением эксперимента в классе не забудьте проверить наличие всех необходимых материалов.

Убедитесь в том, что вы понимаете принципы переноса тепла (посредством теплообмена и конвекции) и температурного расширения и сжатия материалов. В ходе обсуждения полезно привести несколько различных примеров каждого из этих процессов. Может потребоваться повторное разъяснение учащимся методов измерения расстояний в миллиметрах.

**Лист данных группы учащихся**  
(измерения в мм)

2 минуты	
4 минуты	
6 минут	
8 минут	
10 минут	

**Лист данных класса**

	Группа А	В	С	Д	Среднее
2 минуты					
4 минуты					
6 минут					
8 минут					
10 минут					

**Проведение занятия**

На этом занятии можно продемонстрировать изготовление термометра, но, вероятно, более эффективным будет самостоятельное изготовление термометров индивидуальными учащимися или группами учащихся. Приведенные ниже инструкции изложены также в «Описании изготовления термометра» в Приложении, копии которого можно раздать учащимся.

**Приготовление термометра**

1. Заполните литровую пластиковую бутылку холодной водой из-под крана до самого края.
2. Добавьте в воду четыре капли пищевого красителя. Это упростит слежение за перемещением воды. Лучше всего использовать синий, зеленый или красный краситель.
3. Скатайте небольшой шарик из пластилина, диаметром примерно 25 мм. Затем раскатайте его так, чтобы образовалась цилиндрическая палочка пластилина, длиной и диаметром напоминающая карандаш. Расплющите эту палочку пластилина, чтобы получить толстую полоску. Оберните пластиковую трубочку посередине этой полоской пластилина (см. рис. АТМ-Л-5).
4. Поместите пластиковую трубочку в бутылку и закупорьте пластилином соединение между трубочкой и бутылкой. В пластилине не должно быть отверстий или щелей, которые позволили бы воде вытекать. Половина трубочки должна находиться внутри бутылки, а другая половина — снаружи. Возмите пластилиновую пробку в горлышко бутылки достаточно глубоко для того, чтобы заметное количество воды проникло в пластиковую трубочку и остановилось на уровне выше пробки (см. рис. АТМ-Л-6).

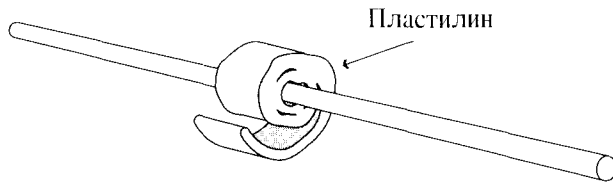


Рис. АТМ-Л-5

**Эксперимент**

1. Поместите заполненную водой литровую бутылку (термометр, изготовленный из бутылки) в пластиковый контейнер, изготовленный из двухлитровой бутылки. Сделайте отметку на пластиковой трубочке в том месте, где находится уровень воды.
2. Заполните двухлитровый контейнер горячей водой из-под крана. Подождите две минуты. Отметьте уровень воды в пластиковой трубочке. Наносите метки каждые две минуты в течение десяти минут. По истечении десяти минут измерьте с помощью линейки расстояние между каждыми двумя метками, начиная с первой метки,

Изготовление термометра

ЗАНЯТИЯ



сделанной у основания выходящей из бутылки трубочки. Зарегистрируйте полученные значения на листе данных, используемом группой учащихся. Внимательно наблюдайте за изменениями. Отмечаете ли вы какие-либо изменения? Опишите то, что вы наблюдаете.



3. Поместите в наружный двухлитровый контейнер смесь воды со льдом.
4. Поместите бутылку-термометр в ледяную воду. Зарегистрируйте результаты ваших наблюдений.
5. Что происходит с уровнем воды в трубке, когда термометр помещается в горячую воду? (Ответ: уровень воды повышается примерно на 4 см, если разница температур составляет 25 градусов по шкале Цельсия.) Почему это происходит?  
Что происходит с уровнем воды в трубке, когда термометр помещается в холодную воду? (Ответ: уровень понижается.) Почему это происходит?
6. Чем, по вашему мнению, объясняется происходящее?

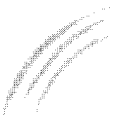
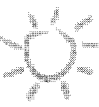


Рис. АТМ-1-6



7. Исходя из вашего ответа на вопрос 6, как функционирует термометр для измерения максимальной и минимальной температуры, используемый для измерения температуры в солнечный полдень по программе GLOBE?
8. Изменение каких двух других факторов может привести к изменению результатов эксперимента? (Возможные ответы: изменение количества воды, контактирующей с термометром-бутылкой, температура воды, размеры контейнера, диаметр трубочки.)
9. Постройте график зарегистрированных группой учащихся показаний на листе данных. По оси X (горизонтальной оси) откладывается время (в минутах), а по оси Y (вертикальной оси) откладываются результаты измерений расстояния от первоначальной метки на трубке, нанесенной до добавления горячей воды в контейнер, до следующих меток (в миллиметрах). Не забудьте озаглавить свой график и записать наименования величин, измеряемых по двум осям координат, чтобы этот график был понятен другим.
10. Изобразите таблицу данных, полученных всем классом, на доске или на большом листе ватмана. Занесите данные в эту таблицу. Рассчитайте средние значения расстояний, на которые перемещалась вода в течение каждого двухминутного периода, на основе данных, полученных всем классом.
11. Занесите в таблицу полученные средние значения расстояний, на которые перемещалась вода. Не забудьте озаглавить эту новую строку таблицы. Чем отличается график результатов измерений, полученных вами, от графика, построенного на основе измерений, произведенных всем классом?
12. Разъясните значение графика. Что демонстрирует этот график? Можно ли сделать на его основе какие-либо выводы?
13. Почему перед тем, как делать выводы, иногда важно провести несколько однотипных или повторных экспериментов?

**Проблемы, которые могут возникнуть в ходе эксперимента**

- Пластилиновая пробка может разгерметизироваться, что приведет к утечке воды.
- Если литровая пластиковая бутылка не будет наполнена водой до самого края, для перемещения воды внутри пластиковой трубочки может потребоваться больше времени. В этом случае возможно, что вода вообще не будет перемещаться.

- Разница температур между водой в литровой бутылке и водой в двухлитровой бутылке может оказаться недостаточной. Рекомендуется обеспечить разницу температур в 25 градусов по шкале Цельсия или больше. Если разница температур будет меньше, перемещение воды в пластиковой трубке может оказаться менее заметным. Для того, чтобы получить удовлетворительные результаты, достаточно пользоваться горячей и холодной водой из-под крана.
- Учащиеся могут забыть отметить исходный уровень воды в пластиковой трубке. Напомните им, что эта отметка должна быть сделана сразу после того, как литровая бутылка будет помещена в двухлитровую, перед добавлением горячей воды.
- Если перемещение достаточного количества льда в классную комнату связано с трудностями, вы можете опустить эту часть эксперимента или продемонстрировать ее на примере одного термометра.

### **Адаптация материала для учащихся младших и старших классов**

*Учащиеся младших классов.* Учащиеся младших классов могут изготовить самодельный термометр и наблюдать за перемещением воды в трубке, не отмечая уровень воды каждые две минуты. Учитель может предварительно приготовить двухлитровый контейнер из бутылки с отрезанным горлышком.

*Учащиеся старших классов.* Учащиеся могут проверить воздействие других факторов, таких, как диаметр пластиковой трубки, объем контейнера с горячей водой и размеры контейнеров, используемых при изготовлении термометров. Учащиеся могут проектировать собственные эксперименты, проводить их и представлять полученные ими результаты на рассмотрение класса. Они могут калибровать свои самодельные термометры с помощью стандартного термометра.

### **Дальнейшие исследования**

1. Пользуясь стандартным термометром, измерьте температуру воды внутри термометра-бутылки и сравните ее с температурой воды в наружном контейнере. Изменяется ли расстояние, на которое перемещается вода в пластиковой трубке, в зависимости от разницы температур во внутренней и наружной бутылках? Проведите эксперимент, зарегистрируйте результаты и представьте их на рассмотрение класса.

2. Зависит ли функционирование термометра от размеров используемых контейнеров? Спроектируйте эксперимент, позволяющий проверить эту гипотезу, проведите эксперимент и подготовьте таблицу, демонстрирующую полученные результаты.
3. Зайдите в библиотеку и выясните, какие материалы используются при изготовлении различных термометров. Не забудьте выяснить различные принципы, на основе которых функционируют термометры различных типов. Сообщите найденную вами информацию классу.
4. Позвоните на местную метеорологическую станцию, на телевизионную станцию или на радиостанцию и спросите, какого типа термометры ими используются. Совершите поездку на метеорологическую станцию. Сделайте фотографии и выставьте их на стенде в классе.
5. Изготовьте термометры, используя пластиковые трубки различных диаметров и наблюдайте за изменениями процесса. Что, по вашему мнению, вызывает наблюдаемые изменения? Влияют ли те же факторы на конструкцию настоящих термометров?
6. Выясните, каким образом ученые регистрируют температуру морской воды на различных глубинах. На карте океана покажите среднюю температуру воды. Приготовьте таблицу и продемонстрируйте ее классу.

### **Оценка усвоения материала учащимися**

Учащиеся должны быть способны отвечать на вопросы, задаваемые в ходе эксперимента, и записывать свои ответы. Кроме того, они должны быть способны объяснять принципы функционирования термометра во время классных занятий или викторин.

# Описание изготовления термометра

Скопируйте и  
раздайте  
учащимся

## **Цель занятия**

Разъяснение принципов и причин функционирования жидкостного стеклянного термометра.

## **Краткое описание**

Учащиеся изготавливают термометр из пластиковой бутылки, сходный по своей конструкции с термометрами, устанавливаемыми в укрытиях для приборов в рамках программы GLOBE. Тем не менее, между этими термометрами существуют различия. В термометрах обоих типов используются жидкости, но это разные жидкости. Знаете ли вы, какая жидкость используется в стандартном термометре, используемом в рамках программы GLOBE? Кроме того, на самодельном термометре нет градусной шкалы. Но принципы функционирования обоих термометров одинаковы.

Термометр, используемый вами для измерения температуры воздуха, так же, как и самодельный термометр, функционирует на основе принципа расширения и сжатия веществ, происходящего при изменении температуры.

Самодельный термометр позволяет также продемонстрировать принцип переноса тепла. Когда горячий объект соприкасается с холодным, тепло переносится из горячего объекта в холодный посредством теплообмена. Например, зимой, положив руку без перчатки на крыло автомобиля, вы передаете тепло руки крылу автомобиля посредством теплообмена.

Как правило, работа выполняется коллективно. Изготовлением термометра и проведением эксперимента с ним также занимается группа учащихся, выполняющих различные функции.

1-й учащийся — сборщик: подготавливает материалы и собирает термометр.

2-й учащийся — измеритель: отмеряет промежутки времени продолжительностью 2 минуты каждый и делает отметки на пластиковой трубочке, прослеживая перемещение в ней воды; измеряет длину заполненной водой части трубочки в конце эксперимента и сообщает полученные результаты; представляет классу доклад о результатах эксперимента.

3-й учащийся — регистратор: записывает результаты измерений и заносит полученные группой результаты в таблицу данных.

## **Материалы и инструменты**

(каждой группы учащихся)

Лед

Вода

Одна литровая пластиковая бутылка

Прозрачная или белая пластиковая трубочка

Пластилин (шарик диаметром примерно 25 мм)

Две двухлитровые пластиковые бутылки с обрезанными горлышками

Ножницы или нож для обрезки горлышек двухлитровых пластиковых бутылок

Пищевой краситель (лучше красный, синий или зеленый, чем желтый)

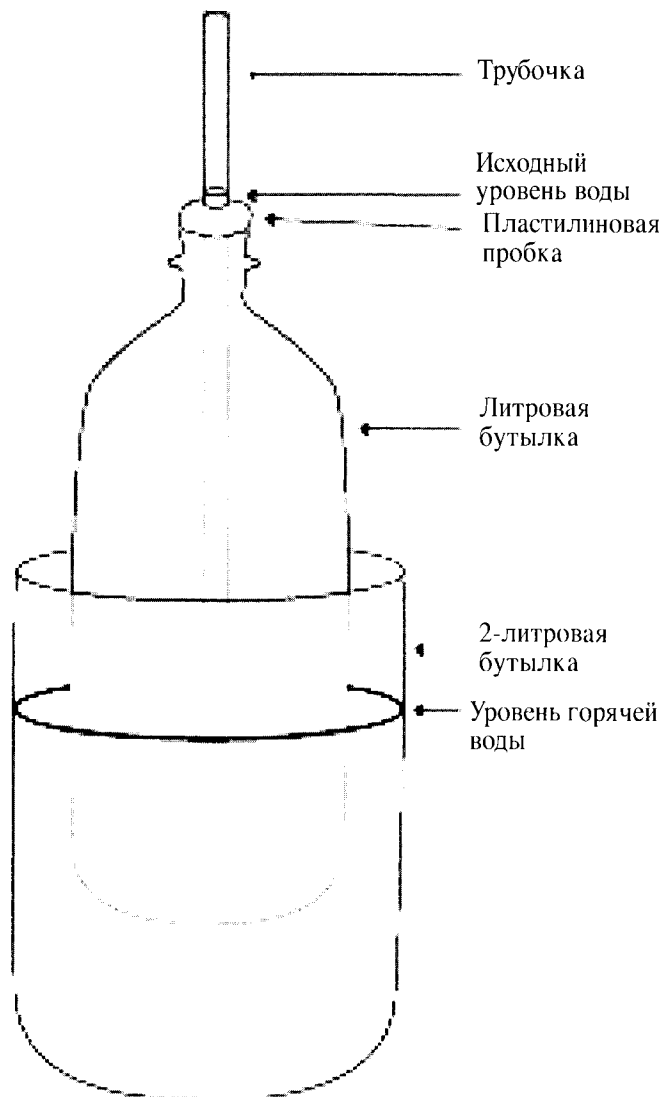
Часы с секундной стрелкой

Метрическая линейка

Фломастер или ручка для разметки пластиковой трубочки

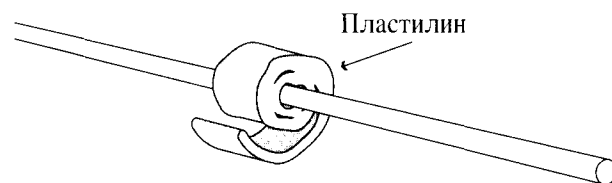
## Изготовление термометра

1. Заполните литровую пластиковую бутылку холодной водой из-под крана до самого края.
2. Добавьте в воду четыре капли пищевого красителя. Это упростит наблюдение за перемещением воды. Лучше всего использовать синий, зеленый или красный краситель.



3. Скатайте небольшой шарик из пластилина, диаметром примерно 25 мм. Затем раскатайте его так, чтобы образовалась цилиндрическая палочка пластилина, длиной и диаметром напоминающая карандаш. Расплющите эту палочку пластилина, чтобы получить толстую полосу. Оберните пластиковую трубочку посередине этой полоской пластилина.

4. Поместите пластиковую трубочку в бутылку и закупорьте пластилином соединение между трубочкой и бутылкой. В пластилине не должно быть отверстий или щелей, которые позволили бы воде вытекать. Половина трубочки должна находиться внутри бутылки, а другая половина — снаружи. Возмите пластилиновую пробку в горлышко бутылки достаточно глубоко для того, чтобы заметное количество воды проникло в пластиковую трубочку и остановилась на уровне выше пробки.



## Эксперимент

1. Поместите заполненную водой литровую бутылку (термометр, изготовленный из бутылки) в пластиковый контейнер, изготовленный из двухлитровой бутылки. Сделайте отметку на пластиковой трубочке в том месте, где находится уровень воды.
2. Заполните двухлитровый контейнер горячей водой из-под крана. Подождите две минуты. Отметьте уровень воды в пластиковой трубочке. Наносите метки каждые две минуты в течение десяти минут. По окончании десяти минут измерьте с помощью линейки расстояние между каждыми двумя метками, начиная с первой метки, сделанной у основания выходящей из бутылки трубочки. Зарегистрируйте полученные значения на листе данных, приведенном на следующих страницах.



**Лист данных группы учащихся**

<i>Время</i>	<i>Результаты измерений в миллиметрах</i>
2 минуты	
4 минуты	
6 минут	
8 минут	
10 минут	

Внимательно наблюдайте за изменениями. Отмечаете ли вы какие-либо изменения? Опишите то, что вы наблюдаете.

---

---

3. Поместите в наружный двухлитровый контейнер смесь воды со льдом.
4. Поместите бутылку-термометр в ледяную воду. Зарегистрируйте результаты ваших наблюдений.

---

---

---

---

5. Что происходит с уровнем воды в трубочке, когда термометр помещается в горячую воду?

---

---

---

Что происходит с уровнем воды в трубочке, когда термометр помещается в холодную воду?

---

---

---

6. Чем, по вашему мнению, объясняется происходящее?

---

---

---

7. Исходя из вашего ответа на вопрос 6, объясните, как функционирует термометр для измерения максимальной и минимальной температуры, используемый для измерения температуры в солнечный полдень по программе GLOBE?

---

---

---

8. Изменение каких двух других факторов может привести к изменению результатов эксперимента? (Возможные ответы: изменение количества воды, контактирующей с термометром-бутылкой, температура воды, размеры контейнера, диаметр трубочки.)

---

---

---

9. Постройте график зарегистрированных группой учащихся показаний на листе данных. По оси X (горизонтальной оси) откладывается время (в минутах), а по оси Y (вертикальной оси) откладываются результаты измерений расстояния от первоначальной метки на трубочке, нанесенной до добавления горячей воды в контейнер, до следующих меток (в миллиметрах). Не забудьте озаглавить свой график и записать наименования величин, измеряемых по двум осям координат, чтобы этот график был понятен другим.

10. Изобразите таблицу данных, полученных всем классом, на доске или на большом листе ватмана. Занесите данные в эту таблицу. Рассчитайте средние значения расстояний, на которые перемещалась вода в течение каждого двухминутного периода, на основе данных, полученных всем классом.

11. Занесите в таблицу полученные средние значения расстояний, на которые перемещалась вода. Не забудьте озаглавить эту новую строку таблицы. Чем отличается график результатов измерений, полученных вами, от графика, построенного на основе измерений, произведенных всем классом?

---

---

---

---

12. Разъясните значение графика. Что демонстрирует этот график? Можно ли сделать какие-либо выводы на его основе?

---

---

---

---

13. Почему перед тем, как делать выводы, иногда важно провести несколько однотипных или повторных экспериментов?

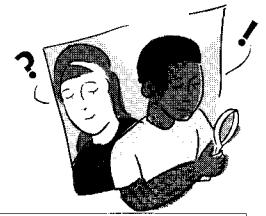
---

---

---

---

# Земля, вода и воздух



## Цель занятия

Учащиеся понимают, что земля и вода нагреваются и охлаждаются с различной скоростью, и что нагрев воздуха над землей и водой зависит от свойств почвы и воды.

## Краткое описание

Учащиеся измеряют изменения температуры в почве, воде и воздухе по мере их нагрева Солнцем.

## Продолжительность

Всего от трех до четырех часов; затраты времени на выполнение практических заданий: от одного до двух часов.

## Уровень подготовки

Промежуточный (средний) и высокий уровень.

## Основные концепции

Различные вещества, такие, как почва, вода и воздух, передают энергию и тепло с различной скоростью.

## Навыки

Проектирование и проведение эксперимента  
Измерение и регистрация результатов

Организация данных в табличном формате

Построение графиков

Эффективное сотрудничество в группах

## Материалы и инструменты

(группы учащихся)

Два пластиковых ведра высотой как минимум 30 см

Сантиметровая линейка

Шесть термометров

Материалы для подвески термометров над ведрами, например, прочная нитка и штыри

## Подготовка занятия

Выберите участок на открытом воздухе, где будет проводиться эксперимент. (Это занятие можно проводить и в помещении, заменив солнечный свет сильным искусственным источником света.) Наилучшие результаты удастся получить в солнечный, теплый день. Разделите учащихся на небольшие рабочие группы. Можно предварительно про-демонстрировать проведение эксперимента с тем, чтобы учащиеся поняли, какие операции следует выполнять.

## Предварительные условия

Отсутствуют.

## Предпосылки

Одна из важных причин, которыми объясняется разнообразие погодных условий на Земле, заключается в том, что земля и вода нагреваются и охлаждаются с различной скоростью.

Например, послеполуденные грозы во Флориде часто начинаются в связи с тем, что в дневное время поверхность земли нагревается быстрее воды. (Для того, чтобы лучше понять эти процессы, учащиеся должны выяснить, какие причины вызывают возникновение морских бризов.) В тех частях света, где наблюдаются муссоны (системы ветров, направление движения которых изменяется сезонно), дождливый сезон муссонов отличается перемежающимися периодами активной (дождливой) и пассивной (ясной) погоды, в зависимости от влажности или сухости поверхности земли.

Возможно, что учащиеся наблюдали разницу в скорости нагрева и охлаждения земли и воды, если им приходилось забегать в воду с пляжа в теплый солнечный день после полудня. Они, наверное,

помнят, какой горячей казалась поверхность берега и какой прохладной и освежающей была вода. Если они находились на пляже во время захода Солнца и заходили босиком в воду, они, скорее всего, помнят, что поверхность берега была прохладной, тогда как вода казалась теплой. Учащиеся могут изучить различия характеристик воды и земли, проведя простой эксперимент.

## Подготовка и проведение занятия

Заполните одно ведро почвой примерно на 15 сантиметров. Заполните другое ведро прохладной водой (например, водой из-под крана, установленного с наружной стороны здания) примерно до того же уровня. Установите оба ведра на солнечном месте. В каждом ведре подвесьте термометры — один на высоте 1 см над поверхностью содержимого, другой на глубине 1 см под поверхностью, и третий на глубине 8 см под поверхностью. Постарайтесь разместить термометры так, чтобы солнечный свет не падал непосредственно на измерительный конец стеклянной трубки термометра. Подождите, чтобы температура стабилизировалась. Зарегистрируйте показания термометров.

Считывайте показания каждого из термометров через каждые две минуты в течение 20 минут. Затем зарегистрируйте показания термометров через один, два и три часа.

### **Вопросы для обсуждения**

Стала ли почва теплее на глубине 1 см после того, как ведра постояли на солнечном месте три часа? Стала ли поверхностная температура воды выше через три часа? Почему?

Что нагрелось быстрее на глубине 8 см — почва или вода? Какие выводы учащиеся могут сделать на основе результатов этого эксперимента?

Поверхность почвы должна нагреваться значительно быстрее поверхности воды (на глубине 1 см). С другой стороны, после трех часов нагрева солнечным излучением вода окажется более теплой на глубине 8 см, чем почва на глубине 8 см. Температура, зарегистрированная на высоте 1 см над поверхностью почвы, должна быть выше температуры, зарегистрированной над водой.

Молекулы жидкости (воды) перемещаются гораздо свободнее, чем молекулы веществ, из которых состоит почва. Поэтому тепло распределяется в воде по большему объему, чем в почве. Вот почему после трехчасового нагрева солнечным излучением вода в ведре теплее на глубине 8 см, чем почва на той же глубине. После захода Солнца тепло, поглощенное почвой, быстро переносится в воздух, и поверхность земли быстро охлаждается. Тем не менее, хотя вода нагревается быстрее земли, уже нагревшаяся вода остывает медленнее. Если учащиеся повторят свои измерения через несколько часов после захода Солнца, они обнаружат, что температура воды на глубине 1 см выше, чем температура почвы на той же глубине.

# Наблюдения облаков



## Цель занятия

Наблюдение за облаками и погодными условиями, установление взаимосвязей между характеристиками облаков и погодой.

## Краткое описание

Учащиеся наблюдают облака в течение пяти дней и определяют взаимосвязь между характеристиками облаков и погодными условиями.

## Продолжительность

Десять минут в день в течение пяти дней; возможно, что обсуждение результатов в классе может занять еще 30 минут.

## Уровень подготовки

Любой.

## Основные концепции

Взаимосвязь между характеристиками облаков, их изменениями и погодными условиями

## Навыки

Систематические *наблюдения* в течение определенного периода времени

*Корреляция* одного наблюдаемого явления с другим

## Материалы и инструменты

Научные дневники участников программы GLOBE и таблица облачности.

## Подготовка занятия

Разделите учащихся на небольшие рабочие группы. Обсудите методы регистрации результатов их наблюдений в научных дневниках участников программы GLOBE.

## Предварительные условия

Отсутствуют.

## Подготовка и проведение занятия

В течение пяти дней учащиеся должны внимательно наблюдать за облаками и записывать результаты своих наблюдений. Если им еще не известны наименования категорий облаков, они могут давать свои собственные описания внешнего вида облаков. Лучше всего вести такие наблюдения три раза в сутки: утром (по пути в школу), сразу после полудня (во время перерыва на ленч) и вечером (на пути домой из школы). Точное время наблюдений не имеет критического значения, хотя было бы полезно производить наблюдения примерно в одно и то же время дня каждый день. (Например, утренние наблюдения рекомендуется проводить примерно в 8 часов утра каждый день, а не в 7 часов утра в один день, но в 10 часов утра на следующий день. Это же относится к полуденным и вечерним наблюдениям.)

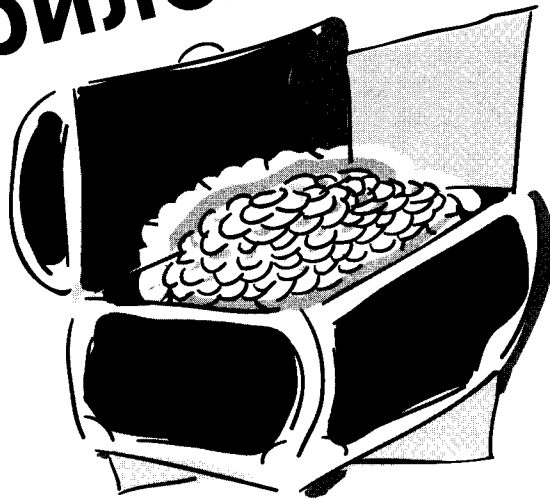
В конце каждого дня учащиеся должны также регистрировать погодные условия, наблюдавшиеся за прошедшие сутки. Шел ли дождь утром, было ли небо ясным в полдень? Продолжался ли снег весь день? Наблюдался ли сильный ветер? Ощущалась ли высокая влажность? Учащиеся не обязаны давать количественные значения погодных характеристик (т. е. они не должны делать записи типа «выпало 21 мм дождевых осадков» или

«относительная влажность составляла 79%»), но они должны описывать погодные условия настолько подробно и ясно, насколько это возможно.

По мере регистрации наблюдаемых ими характеристик облаков и погодных условий, учащиеся должны выявлять заметные закономерности. Например, следует ли обычно послеполуденная гроза за появлением перистых (тонких, растянутых) облаков по утрам? Выпадают ли осадки при появлении небольших всклокоченных (кучевых) облаков?

После того, как такая регистрация характеристик облаков и погодных условий будет продолжаться в течение недели, попросите учащихся попробовать предсказать завтрашнюю погоду на основании сделанных ими наблюдений. Попросите их объяснить основания, на которых они делают такие предсказания. Они смогут оценить, насколько трудно составить правильный прогноз погоды!

# Приложение



*Лист регистрации данных*

*Определение типа облаков*

*Глоссарий*

*Листы ввода данных программы GLOBE в  
сети Web*

# Атмосферные исследования

## Рабочий лист данных

Наименование школы \_\_\_\_\_

Имена, фамилии наблюдателей \_\_\_\_\_

Метод измерения pH:  лакмусовая бумага  измерительная ручка  прибор

	Сб	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
Дата							
Всемирное время							
Имена наблюдателей							

### Тип облаков (отметьте все наблюдавшиеся типы)

Перистые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Перисто-кучевые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Перисто-слоистые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Высокослоистые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Высококучевые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Слоистые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Слоисто-кучевые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Слоисто-дождевые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Кучевые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Кучеводождевые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Категории облачного покрова (отметьте одну)

Ясная погода	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Рассеянные облака	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Разорванные облака	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Сплошная облачность	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Дождевые осадки

Кол-во суток (время накопления дождя)							
Показания дождемера (мм воды)*							

\* Не забывайте:

Регистрировать значение 0,0, если дождевых осадков или снега не было.

Регистрировать букву «М», если измерения в течение соответствующих суток не производились.

Регистрировать букву «Т», если замечалось следовое количество (менее 0,5 мм) дождевых осадков или снега.

**Атмосферные исследования: лист регистрации данных (продолжение)**

	Сб	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
Дата							
Всемирное время							
Имена наблюдателей							

**Твердофазные осадки (снег)**

Общая глубина снега на земле (мм)							
Кол-во суток: время накопления снега (мм)							
Глубина снега на снегомере (мм)*							
Суточный жидкостный эквивалент количества нового снега (мм)							

**Кислотность (pH) осадков**

pH дождевой воды или талого снега							
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

**Максимальная, минимальная или текущая температура**

Текущая температура воздуха (°C)							
Макс. температура возд. за сутки (°C)							
Мин. температура возд. за сутки (°C)							

Примечания (описание необычных условий)

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

\* Не забывайте:

Регистрировать значение 0.0, если дождевых осадков или снега не было.

Регистрировать букву «М», если измерения в течение соответствующих суток не производились.

Регистрировать букву «Т», если замечалось следовое количество (менее 0,5 мм) дождевых осадков или снега.



# Определение типа облаков

При описании различных типов облаков используются пять основных терминов:

ПЕРИСТЫЕ — очень высокие облака;

ВЫСОКИЕ — облака средней высоты;

КУЧЕВЫЕ — белые «всклокоченные» или «пушистые» облака;

СЛОИСТЫЕ — широкие плоские облака, расслоенные на несколько уровней;

ДОЖДЕВЫЕ — облака, из которых выпадают осадки.

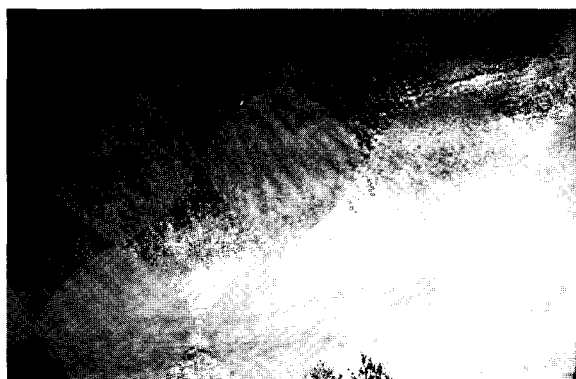
Облака, наблюдаемые в вашем районе, следует отнести к одной из следующих десяти категорий.



## Очень высокие облака

### *Перистые облака*

Эти облака напоминают изящные белые перья. Они, как правило, имеют растянутую форму с частыми просветами. Эти облака состоят из кристаллов льда.



### *Перисто-кучевые облака*

Эти облака выглядят, как тонкие белые слои, текстура которых напоминает обрывки ваты или рябь без теней. Они состоят в основном из кристаллов льда и, вероятно, некоторого количества капель очень холодной воды.



### ***Перисто-слоистые облака***

Тонкие, почти прозрачные облака, белесый слой которых состоит из ледяных кристаллов. Они могут полностью или частично покрывать небо и приводят иногда к возникновению гало вокруг Солнца.



## **Облака средней высоты**

### ***Высокослоистые облака***

Эти облака формируют синеватую или сероватую завесу, полностью или частично покрывающую небо. Солнце просвечивает через эти облака, но они не создают эффекта гало.



### ***Высококучевые облака***

Эти облака выглядят, как морские волны, окрашенные в белый и серый цвета с тенями. Они состоят в основном из капель воды и, возможно, некоторого количества кристаллов льда.

## Низкие облака

### *Слоистые облака*

Серые облака, находящиеся очень близко к поверхности Земли. Как правило, они выглядят, как сплошная пелена, но иногда бывают и разорванными. Из этих облаков редко выпадают осадки.



### *Слоисто-кучевые облака*

Облака серого или белесого цвета. Основания этих облаков обычно скорее округлые, чем плоские. Эти облака могут формироваться из старых слоистых облаков или из рассеивающихся кучевых облаков. Верхняя часть этих облаков по преимуществу уплощенная.



### *Слоисто-дождевые облака*

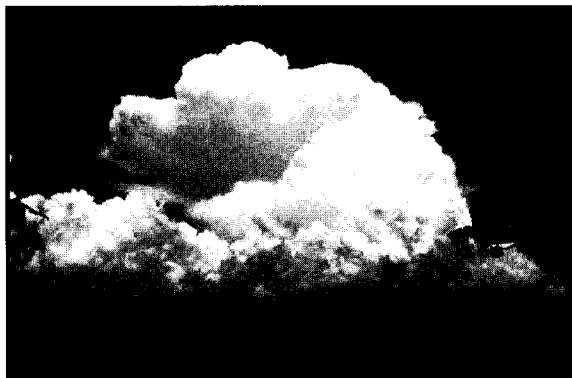
Очень темный, окрашенный в серый цвет слой облаков, полностью закрывающий Солнце. Появление этих массивных облаков сопровождается постоянным выпадением осадков.





### ***Кучевые облака***

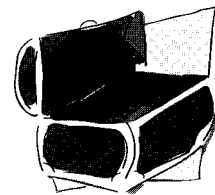
Облака с плоским основанием и плотной, холмообразной верхней частью, напоминающей по форме огромные кочан цветной капусты. Освещенные Солнцем части этих облаков окрашены в очень яркий белый цвет. Основание, как правило, имеет более темный серый оттенок. Как правило, появление этих облаков не сопровождается выпадением осадков.



### ***Кучеводождевые облака***

Большие, тяжелые и плотные облака, как правило, с плоской темной поверхностью и очень высокими и большими верхними частями в форме массивной горы или наковальни. Появление этих облаков обычно сопровождается молниями, громом, а иногда и градом. Время от времени в сочетании с этими облаками наблюдаются торнадо.

# Глоссарий



## Аэрозоли

Мельчайшие капли жидкости или твердые частицы, рассеянные или взвешенные в воздухе. Этот термин не применяется по отношению к дождевым каплям, каплям, образующим облака, или кристаллам льда.

## Жидкие осадки

Дождь и морось.

## Жидкостный эквивалент

(количества твердофазных осадков)  
Содержание жидкости в образце твердофазных осадков, определяемое после таяния образца посредством измерения результирующего количества воды.

## Кислотные осадки

Дождь или снег с показателем pH меньше 5,6; значение pH, равное 5,6, характерно для естественной кислотности дождя и снега и соответствует равновесию кислотности между водой и двуокисью углерода в атмосфере.

## Облако

Содержащаяся в атмосфере сконденсировавшаяся вода, видимая невооруженным глазом. Облака могут состоять из капель воды или кристаллов льда. Кроме того, облака могут включать аэрозоли или твердые частицы, содержащиеся в промышленных газообразных отходах, дыме и пыли.

## Очень высокие (перистые) облака

Облака, формирующиеся на высоте более 6000 м и состоящие в основном из кристаллов льда.

## Максимальная температура

Самая высокая температура, зарегистрированная со времени последнего считывания показаний и сброса показаний термометра.

## Мениск

Поверхность жидкости, содержащейся в тонкой трубке, изогнутая в связи с прилипанием жидкости к внутренней поверхности трубки.

## Местный солнечный полдень

«Солнечный полдень» — термин, используемый в настоящем руководстве для учителей и обозначающий время, когда Солнце достигает самой высокой точки на небосводе в течение дня, по времени точно посередине между восходом и закатом.

## Минимальная температура

Самая низкая температура, зарегистрированная со времени последнего считывания показаний и сброса показаний термометра.

## Низкие облака

Облака, формирующиеся на высоте менее 2000 м, в основном состоящие из жидкой воды, но иногда включающие также снег и частицы льда.

## Облака средней высоты

Облака, состоящие в основном из жидкой воды. Основание этих облаков может находиться на высоте от 2000 м до 6000 м.

## Осадки

Частицы жидкой или твердой воды в любой форме, выпадающие из атмосферы и достигающие поверхности Земли.

## Плотность облачного покрова

Выраженная в процентах часть площади неба, покрытая облаками.

## Текущая температура

Температура, регистрируемая в момент считывания показаний термометра.

## Температура воздуха

Мера нагрева или охлаждения воздуха.

## Твердофазные осадки

Снег, ледяной град, град, кристаллы льда и, в случае измерения количества осадков, гололед.

## Атмосферные исследования (перевод страницы в сети Web)



### Лист ввода данных атмосферных исследований

#### Наименование школы


#### Время проведения измерений

Год  Месяц   День  Час  Всемирное время

Текущее время: 18 июня 1997 г., 20:00 часов (всемирное время)

#### Имя узла:

Введите уникальное имя вашего узла в сети Web

Введите максимальное возможное количество информации. Если вы получите дополнительные данные, нажмите  (кнопку ввода), и вызовите окно редактирования "Edit a Study Site".

Источник данных  GPS  Другой источник

Широта  гр.  мин.  северн.  южн. широты

Введите данные в формате "56 гр. 12.84 мин." и **отметьте**, "северной" или "южной" широты.

Долгота  гр.  мин.  вост.  зап. долготы

Введите данные в формате "102 гр. 43.90 мин." и **отметьте**, "восточной" или "западной" долготы.

Высота  метров над уровнем моря

Расстояние от участка до ближайшего здания или дерева  метров

Высота ближайшего здания или дерева  метров

Характер поверхности  асфальт  голая земля  короткая трава (< 10 см)  высокая трава (> 10 см)

Введите наиболее подробный код MUC  (по модифицированной классификации ЮНЕСКО)

Введите имя MUC



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado

# Atmosphere Investigation

## Data Entry Sheet

### Наименование школы

#### Время проведения измерений

Год  Месяц  День  Час  Всемирное время  
Текущее время: 19 июня 1997 г., 16:00 часов (всемирное время)

Расположение участка

Вводите только данные, полученные в указанное время и на указанном участке.

### Наблюдения облаков

#### Плотность облачного покрова

ясно  рассеянн.  разорв.  сплошной

#### Тип(ы) облаков

Очень высокие  перистые  перисто-кучевые  перисто-слоистые  
Средней высоты  высокослоистые  высококучевые  
Низкие облака  кучевые  слоисто-дождевые  слоистые  слоисто-кучевые  кучеводождевые

Примечания:

### Температура воздуха

Текущая температура  градусов по шкале Цельсия  
Макс. суточная температура  градусов по шкале Цельсия  
Мин. суточная температура  градусов по шкале Цельсия

Примечания:

### Осадки

Введите количество жидких или твердофазных осадков.  
Вводите «Т», если наблюдалось следовое количество осадков.  
Вводите «М», если измерения не производились.

#### ЖИДКИЕ ОСАДКИ

Кол-во дождя  мм за  суток  
pH дождя  измерялся

Примечания:

#### ТВЕРДОФАЗНЫЕ ОСАДКИ

Общая глубина снега  мм  
Суточная глубина снега  мм за  суток  
Жидкостный эквивалент  мм  
pH снега  измерялся

Примечания:



NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado

# Atmosphere Investigation

Cloud

Data Entry Sheet

## Наименование школы

### Время проведения измерений

Год  Месяц  День  Час  Всемирное время

Текущее время: 18 июня 1997 г., 20:00 часов

(всемирное всемирное время)

Расположение участка

## ПЛОТНОСТЬ ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА

ясно  рассеянн.  разорв.  сплошной

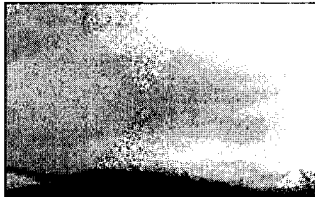
## ТИП ОБЛАКОВ

### Низкие облака

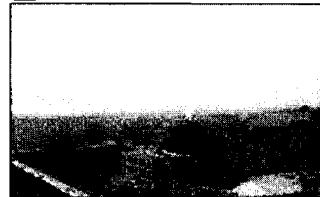
Кучевые



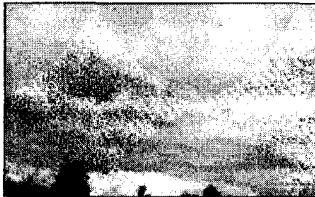
Слоисто-дождевые



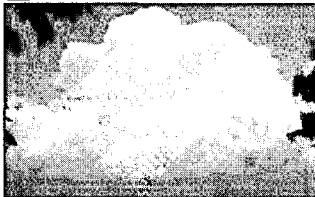
Слоистые



Слоисто-кучевые

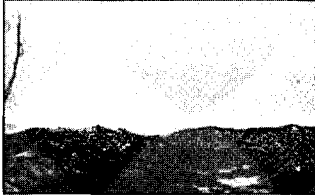


Кучеводождевые

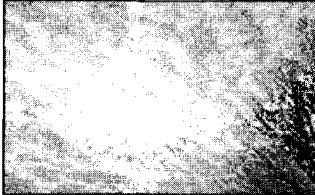


### Облака средней высоты

Высокослоистые



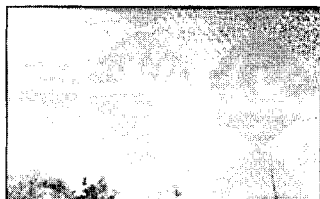
Высококучевые



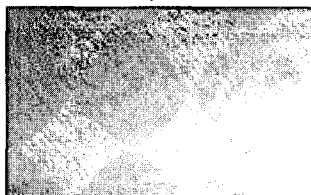


## Очень высокие облака

Перистые



Перисто-кучевые



Перисто-слоистые



### Примечания:

\_\_\_\_\_



NCA Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado