

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Гимназия №11 города Ельца»**

Научно-исследовательская работа

Тема: Туманная история

Автор: Биркин Никита Сергеевич

Научный руководитель: Киндякова Ирина Анатольевна

**Место выполнения работы: МБОУ гимназия №11, Липецкая область, г.
Елец**

Елец, 2020 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	с.3
Глава 1. Теоретическая часть	с.4
1.1. Что такое туман?.....	с 4
1.2. Как возникает туман?	с.4
1.3. Виды тумана.....	с.5
1.4. Что такое искусственный туман?.....	с.7
1.5. Влияние тумана на окружающий мир.....	с. 7
1.6. Польза и вред тумана.....	с.7
Глава 2. Практическая часть	с.8
2.1. Метод 1. Создание тумана в стеклянной банке.....	с.8
2.2. Метод 2. Создание тумана с помощью глицерина.....	с.9
2.3 Метод 3. Использование сухого льда.....	с.11
Заключение	с.12
Литература	с.12

ВВЕДЕНИЕ

Как- то раз, рано утром мы с папой на машине выехали на рыбалку. Всю дорогу я наблюдал, как красиво пробуждается солнце. Когда мы подъезжали к водоему я увидел, что на нем очень низко опустилось белое облако. Чем ближе мы приближались к облаку, тем быстрее оно растворялось на глазах. Тогда я спросил у папы, почему вдалеке увидели облако, а подъехали ближе оно растворилось. Он ответил, это - туман. Чуть позже я прочитал в энциклопедии, что туман – это множество маленьких водяных капель. С большого расстояния кажется, что это облако.

Мне стало интересно, где еще человек может увидеть туман? Что же это за явление? Об этом и хочу рассказать в своей исследовательской работе.

Цель работы: изучить явление тумана и попытаться его смоделировать в лабораторных условиях.

Достижение поставленной цели возможно при решении следующих **задач:**

1. Выяснить, что такое туман и почему он возникает.
2. Узнать, какие бывают туманы.
3. Провести эксперименты по изучению условий, при которых возникают миражи;
4. Смоделировать туман.

Объект исследования: туман

Предмет исследования: явление конденсации.

Гипотеза: если туман – это природное явление, то можно ли его смоделировать в лабораторных условиях.

Методы:

- сбор информации из разных источников;
- наблюдение;
- проведение опытов.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

1.1 Что такое туман?

Откуда берется загадочная «дымка» над землей и водой?

С точки зрения науки туман — это результат конденсата, образующегося из-за «конфликта» теплой и холодной масс воздуха. Во время этого явления природы в низком слое атмосферы скапливается большое число капель или ледяных кристаллов. Получается, что туман состоит из обычного конденсата. Структура частиц зависима от температуры воздуха: капли образуются, если за окном не ниже 10 °С; ледяные кристаллы формируются, когда на градуснике -15 °С и ниже. Иногда возникает «гибрид» из этих двух составляющих, образованный из жидкого и твердого состояния воды.

Несмотря на кажущуюся простоту явления, на его формирование влияет множество факторов. Это и разность температур между воздухом и «подстилающей» поверхностью, и насыщенность конденсатом, и движение ветра. Образование тумана — интересный процесс. Для того, чтобы он возник, пар должен быть перенасыщенным, то есть в несколько раз насыщеннее обычного

Таким образом, **туман** – атмосферное явление, скопление воды в воздухе, образованное мельчайшими частичками водяного пара.

1.2. Как возникает туман?

Туманы формируются во время скопления в воздухе в нижних слоях атмосферы капель или ледяных кристалликов, из-за чего вдоль земной поверхности образуется напоминающая облака пелена, ограничивающая видимость настолько, что далее одного километра пространство не просматривается, а в некоторых случаях предметы становятся трудноразличимыми уже на расстоянии нескольких метров.

Если температура окружающей среды превышает -10°С, пелена пара состоит лишь из капель. Если температурные показатели колеблются от -10 до -15°С – из капелек воды и ледяных кристалликов, а когда на улице -15°С – туман состоит из мелких ледяных кристаллов, переливающихся при свете ночных фонарей.

Почему образуется этот феномен, ответить несложно: своим появлением он обязан или испарению воды с тёплой поверхности в холодный воздух, или охлаждению насыщенных влагой тёплых воздушных потоков. Например, за возникновением наземных облаков можно нередко наблюдать вечером или с утра после понижения температуры грунта и растительности (травы), нижние слоя атмосферы настолько сильно охлаждаются, что начинают выделять лишнюю влагу в виде водяных капель.

Ещё одним примером, на этот раз – зимним, является туман над рекой, озером или другим водоёмом, на льду которого образовалась прорубь: в морозы над ней всегда стоит пелена, стелющаяся над водной поверхностью. Происходит это потому, что температура воды во время морозов теплее окружающего её льда и воздуха, соприкасающегося с ним (из-за этого воздух над водой всегда теплее остального и туман над рекой в районе проруби стоит почти всегда). После того как тёплый воздух смешивается с холодными воздушными потоками, он начинает охлаждаться, выделяя пар и образуя у самой поверхности Земли облако. Поэтому туман над рекой и другими водоёмами обычно устойчивый и длительный: здесь постоянно смешиваются холодные и тёплые воздушные потоки и течения.

Ярким примером этого явления считается расположенный в Атлантическом океане канадский остров Ньюфаундленд. Из-за того, что здесь сталкиваются друг с другом два течения – тёплое Гольфстрима и холодное Лабрадорское, местные жители вынуждены проводить среди марева около ста двадцати туманных дней в году.

Когда насыщенный водяными парами воздух охлаждается или смешивается с более холодными воздушными потоками, в атмосфере начинают выделяться капли. После этого при наличии над земной поверхностью мельчайших частичек пыли, они начинают к ним прилипать, наслаиваясь друг на друга и формируя капли более крупных размеров (чем больше в воздухе пыли, тем быстрее образуется облако, поэтому крупные города практически всегда окутаны слабой почти незаметной пеленой). В тёплое время года размер такой капли колеблется от 5 до 15 мкм, во время морозов – от 2 до 5 мкм, поэтому зимний холодный туман не такой густой, как летний. Как только капли достигают необходимых объёмов, предметы оказываются расплывчатыми и трудноразличимыми: воздух при сильном тумане приобретает беловатый оттенок и синеватый – при слабом.

Ответ на вопрос, почему это явление бывает разных окрасов, прост: более мелкие капли лучше рассеивают короткие синие лучи, тогда как в густых наземных облаках капли более крупных размеров и световые волны рассеивают все лучи одинаково вне зависимости от их длины. Водность таких облаков обычно не превышает 0,5 г/м³, но иногда густой туман может содержать до 1,5 г/м³ (этой воды достаточно, чтобы растения получили необходимую влагу, особенно это важно для растительности засушливых районов планеты).

Насколько непроницаемой окажется пелена, во многом зависит от влажности воздуха, которая во время возникновения наземных облаков обычно составляет от 85 до 100%: если видимость не превышает 50 метров, наблюдается густой туман, а количество капель – 1200 на один кубический сантиметр; если пространство просматривается на расстоянии от 50 до 500 метров – умеренный (водяных капель в этом случае от 100 до 600); если видимость составляет километр – слабый (капель – от 50 до 100).

Нередки туманы и во время морозов, при этом явление можно увидеть даже тогда, когда влажность не превышает пятидесяти процентов. Обычно их можно наблюдать в городах, особенно на железнодорожных и автобусных вокзалах, где пелена образуется за счёт пара, который появляется во время сгорания топлива и выбрасывается в воздух через дымоходы и выхлопные трубы.

1.3. Виды тумана.

По способу возникновения туманы делятся на два вида:

- ☒ **Туманы охлаждения** — образуются из-за конденсации водяного пара при охлаждении воздуха ниже точки росы.
- ☒ **Туманы испарения** — являются испарениями с более тёплой испаряющей поверхности в холодный воздух над водоёмами и влажными участками суши.

Кроме того, туманы различаются по синоптическим условиям образования:

- ☒ **Внутримассовые** — формирующиеся в однородных воздушных массах.
- ☒ **Фронтальные** — образующиеся на границах атмосферных фронтов.

Внутримассовые туманы преобладают в природе, как правило, они являются туманами охлаждения. Их также принято разделять на несколько типов:

Радиационные туманы — туманы, которые появляются в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы. Обычно радиационный туман возникает ночью в условиях антициклона при безоблачной погоде и лёгком бризе. Часто радиационный туман возникает в условиях температурной инверсии, препятствующей подъёму воздушной массы. После восхода солнца радиационные туманы обычно быстро рассеиваются. Однако в холодное время года в

устойчивых антициклонах они могут сохраняться и днём, иногда много суток подряд. В промышленных районах может возникнуть крайняя форма радиационного тумана — **смог**.

Адвективные туманы — образуются вследствие охлаждения тёплого влажного воздуха при его движении над более холодной поверхностью суши или воды. Их интенсивность зависит от разности температур между воздухом и подстилающей поверхностью и от влагосодержания воздуха. Эти туманы могут развиваться как над морем, так и над сушей и охватывать огромные пространства, в отдельных случаях до сотен тысяч км². Адвективные туманы обычно бывают при пасмурной погоде и чаще всего в тёплых секторах циклонов. Адвективные туманы более устойчивы, чем радиационные, и часто не рассеиваются днём. **Морской туман** — адвективный туман, возникший над морем в ходе переноса холодного воздуха на тёплую воду. Этот туман является туманом испарения. Туманы такого типа часты, например, в Арктике, когда воздух попадает с ледового покрова на открытую поверхность моря.

Фронтальные туманы образуются вблизи атмосферных фронтов и перемещаются вместе с ними. Насыщение воздуха водяным паром происходит вследствие испарения осадков, выпадающих в зоне фронта. Некоторую роль в усилении туманов перед фронтами играет наблюдающееся здесь падение атмосферного давления, которое создаёт небольшое адиабатическое понижение температуры воздуха.

По степени видимости туманы делятся на:

- ☒ **Позёмный** — туман, низко стелющийся над земной поверхностью (или водоёмом) сплошным тонким слоем или в виде отдельных клочьев, так что в слое тумана горизонтальная видимость составляет менее 1000 метров, а на уровне двух метров превышает 1000 метров (обычно составляет, как при дымке, от 1 до 9 км, а иногда 10 км и более). Наблюдается, как правило, в вечерние, ночные и утренние часы. Отдельно отмечается позёмный ледяной туман — наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10..-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.
- ☒ **Просвечивающий** — туман с горизонтальной видимостью на уровне двух метров менее 1000 метров (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), слабо развитый по вертикали, так что возможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаще наблюдается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днём, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха. Отдельно отмечается просвечивающий ледяной туман — наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10..-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.
- ☒ **Сплошной** — туман с горизонтальной видимостью на уровне двух метров менее 1000 метров (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), достаточно развитый по вертикали, так что невозможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаще наблюдается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днём, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха. Отдельно отмечается **ледяной туман**, наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10..-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.
- ☒ **Дымка** — очень слабый туман. При дымке дальность видимости составляет несколько километров. В практике метеорологического прогнозирования считается: дымка — видимость более/равна 1000 метрам, но менее 10 км.

К туманам в разговорной речи и в художественной литературе порой относят так называемые сухие туманы (помоха, мгла) — значительное ухудшение видимости за счёт дыма лесных, торфяных или степных пожаров, либо за счёт лёссовой пыли или части песка, поднимаемых и переносимых ветром иногда на значительные расстояния, а также за счёт выбросов промышленных предприятий.

Нередка и переходная ступень между сухими и влажными туманами — такие туманы состоят из водяных частиц вместе с достаточно большими массами пыли, дыма и копоти. Это так называемые грязные, городские туманы, являющиеся следствием присутствия в воздухе больших городов массы твердых частиц, выбрасываемых при топке дымовыми, а ещё в большей степени — фабричными трубами.

1.4. Что такое искусственный туман?

Искусственный туман – это туман созданный человеком путем распыления воды через форсунки до крохотных водяных капелек.

В нашей стране системы образования искусственного тумана пока распространены мало. В основном их используют для создания особой атмосферы в аквапарках, для охлаждения уличных летних кафе. Использование эффекта тумана позволяет создавать неповторимый облик любых объектов в самых различных областях: от уникальных арт-конструкций до общественных мест.

1.5. Влияние тумана на окружающий мир.

Круговорот воды в природе один из главных механизмов формирующих поверхность земли. Основное звено в круговороте воды в природе это испарение, которое в отдельных случаях преобразуется в туман. Туман может оказывать значительно больший вклад в сумму осадков, хотя и является более редким явлением.

1.6. Польза и вред тумана.

Туман занимает важное место в жизни человека.

Польза тумана:

1. Туман является источником вдохновения для многих писателей и художников;
2. Туман (искусственный) приносит пользу людям как увлажнитель воздуха или ингалятор;
3. Для опрыскивания растений от различного рода вредителей, когда в испаряемую воду вводят препараты от вредителей растений;
4. Холодный туман применяют для дезинфекции помещений (уничтожения клопов, тараканов и других насекомых);
5. Искусственный туман используется при организации различных шоу, в театре и кино.

Вред тумана:

1. Из-за плохой видимости во время тумана закрывают аэропорты;
2. Туман опасен для водителей различных видов транспорта;
3. Туман как губка впитывает в себя все газообразные вещества, которые находятся в атмосфере. В связи с этим в промышленных районах туман (смог) становится опасным для экологии и здоровья человека.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Туман образуется в результате быстрой конденсации влаги. Немного тумана можно создать в стеклянной банке с помощью горячей воды и льда, а для тумана в больших количествах вам понадобится жидкий раствор глицерина. Чтобы туман не поднимался вверх, а стелился вниз, можно использовать сухой лед или специальное устройство, которое позволяет охлаждать раствор на основе глицерина.

МЕТОД 1. СОЗДАНИЕ ТУМАНА В СТЕКЛЯННОЙ БАНКЕ



ЭТАПЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Нагрейте воду, чтобы она стала очень горячей, но не доводите до кипения. Если у вас из крана течет очень горячая вода, ее можно не нагревать. Если же вода недостаточно горячая, ее можно разогреть на плите, либо налить в стеклянную емкость и разогреть в микроволновой печи.

Вода должна быть горячей, но не нужно доводить ее до кипения. Нагрейте воду до температуры 50–80 градусов Цельсия.

Температуру воды можно определить с помощью кухонного термометра. Если у вас нет подобного термометра, просто потрогайте воду пальцем. Она должна быть обжигающе горячей.

2. Залейте горячую воду в стеклянную банку. Для начала налейте совсем немного воды и покрутите банку вокруг ее основания. Затем наполните банку горячей водой и подождите одну минуту. Сначала следует налить небольшое количество горячей воды, иначе стекло может треснуть. Используйте такую стеклянную банку, которая предназначена для консервирования. Такие банки способны выдерживать достаточно высокие температуры.

Пока вы ждете, выставьте таймер на 1 минуту (60 секунд). Тем временем можно достать металлическое сито.

3. Вылейте из банки большую часть воды.

Оставшаяся вода должна покрывать дно банки на 2–3 сантиметра. Цель заключается в том, чтобы банка как следует разогрелась, а на ее дне осталось немного горячей воды.

Если вы выльете слишком много воды, можно долить в уже разогревшуюся банку горячую водопроводную воду, так чтобы она покрывала дно банки.

Если вы довели воду до кипения, подождите, пока она немного остынет. Можно также надеть кухонные перчатки, чтобы защитить руки при переливании горячей воды. Будьте осторожны и не обожгитесь о горячую банку.

4. Положите поверх банки металлическое сито. Поместите сито на горлышко банки, так чтобы металлическая решетка опустилась внутрь банки.

Сито не должно касаться воды на дне банки.

Сито должно находиться в разогретом воздухе внутри банки, а не в горячей воде.

5. Засыпьте в сито лед. Положите внутрь сита хотя бы 3–4 кубика льда. Старайтесь при этом действовать быстро. Можно также положить несколько кусочков льда в крышку от банки и поместить ее поверх разогретой банки.

Если сито слишком мало и в него не помещается много кубиков льда, можно использовать толченый лед.

6. Понаблюдайте за формированием тумана. При быстром контакте холодного воздуха вблизи льда с теплым воздухом внутри банки должна произойти быстрая конденсация, в результате в банке образуется туман.

Вывод: В результате контакта холодного льда и горячего влажного воздуха внутри банки образуется туман.

МЕТОД 2. СОЗДАНИЕ ТУМАНА С ПОМОЩЬЮ ГЛИЦЕРИНА.





ЭТАПЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Смешайте чистый глицерин с дистиллированной водой. Вам понадобится 3 части глицерина и 1 часть воды. Например, можно взять 1/2 стакана (120 миллилитров) воды и 1 1/2 стакана (360 миллилитров) глицерина. В результате у вас получится так называемый “туманный раствор”. Жидкий глицерин можно приобрести в аптеке.

Необходимо использовать чистый глицерин, а не его синтетический аналог. Чистый глицерин впитывает воду из воздуха, благодаря чему его можно использовать для создания тумана.

2. При желании добавьте ароматические масла. Ароматизированный туман послужит дополнительным украшением праздника или театрального представления. Используйте 1/2 чайной ложки (2,5 миллилитра) ароматического масла на каждый литр раствора. На масле должна стоять отметка, что это именно “ароматическое масло”. Не используйте эфирные масла.

Чтобы получить специфический цирковой запах, смешайте в равных частях анисовое масло и масло с ароматом “сахарной ваты”.

Чтобы получить запах болотистой местности, смешайте одну часть масла с ароматом дымка от костра, две части масла с ароматом дождя и четыре части масла с ароматом почвы.

Запах склепа можно получить, если смешать одну часть масла с ароматом солений, две части масла с ароматом почвы и две части янтарного масла.

Чтобы создать атмосферу Хэллоуина, смешайте одну часть масла с ароматом скошенной травы с двумя частями кедрового и двумя частями тыквенного масла.

2. Возьмите пластиковую бутылку и обрежьте ее верхнюю часть. В качестве дымохода для паров глицерина вам понадобится верхушка бутылки. Обрежьте 13–15 сантиметров верхней части двухлитровой пластиковой бутылки с помощью острых ножниц или бритвенного лезвия.

Сохраните отрезанную верхушку и выбросьте остатки бутылки.

Будьте осторожны при использовании острого лезвия. Лучше надеть плотные защитные перчатки, чтобы не порезаться.

3. Зажгите свечу. Лучше всего использовать свечу с несколькими фитилями — она будет равномернее разогревать дно формы. Если у вас нет свечи с несколькими фитилями, для создания подобного эффекта можно использовать несколько мелких свечей.

Установите над свечами форму.

Проследите, чтобы дно формы находилось достаточно близко к пламени свечей. Однако при этом пламя не должно касаться дна.

4. Налейте приготовленный раствор. Залейте в форму раствор глицерина, мешанный с водой. Поместите в центр горлышко от бутылки. Будьте терпеливы и не наливайте за раз слишком много раствора.

При желании можно добавить еще немного раствора.

Вывод: Разогретый раствор начнет быстро выделять туман, который поднимается вверх и распространяется по комнате через горлышко бутылки.

МЕТОД 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХОГО ЛЬДА



ЭТАПЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Наполните горячей водой большую металлическую или пластмассовую емкость. Чтобы туман выделялся в течение 15 минут, понадобится 15–30 литров горячей воды.

Постарайтесь поддерживать температуру воды на уровне 50–80 градусов Цельсия. Лучше не использовать кипяток, так как в этом случае, помимо испарений сухого льда, к ним будет примешиваться водяной пар, в результате чего туман будет подниматься вверх, а не стелиться по полу.

Чтобы туман выделялся в течение продолжительного времени, вода должна оставаться горячей. Поставьте емкость на горячую плиту, чтобы вода дольше не остывала.

2. Положите в воду 100-150 грамм сухого льда. Сухой лед представляет собой замороженный углекислый газ, точка замерзания которого ниже, чем у обычного льда (-

78,5°C). Опускайте кусочки сухого льда в воду с помощью щипцов. Обычно 450 миллилитров воды достаточно, чтобы туман выделялся в течение 2–3 минут.

Более горячая вода произведет больше тумана, однако чем горячее вода, тем быстрее испаряется сухой лед, и вам придется чаще подкладывать его в емкость.

При обращении с сухим льдом обязательно используйте теплоизолирующие перчатки и щипцы.

3. Понаблюдайте за тем, как образуется туман. Поскольку сухой лед находится при чрезвычайно низкой температуре, он сразу же вступит в реакцию с горячей водой, и в результате начнет образовываться густой туман, который будет состоять из испарений сухого льда и воды.

Направляйте поток образующегося тумана с помощью небольшого электрического вентилятора.

Поскольку углекислый газ тяжелее воздуха, туман будет стелиться вдоль пола или земли, если только вы не заставите его приподняться при помощи вентилятора.

4. По мере необходимости подкладывайте сухой лед. Чтобы туман продолжал выделяться и дальше, примерно каждые 15 минут необходимо подкладывать сухой лед. Более мелкие кусочки сухого льда обеспечат более густой и объемный туман, в то время как куски покрупнее будут испаряться дольше.

Вывод: Сухой лед вступает в реакцию с горячей водой, образуя густой туман.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Туман – одно из самых распространенных природных явлений. Туман – атмосферное явление, скопление воды в воздухе, образованное мельчайшими частичками воды. Виды туманов: дымка, поземный туман, просвечивающий туман, сплошной туман, искусственные туманы. Объяснить туман просто: в основном он возникает из-за соприкосновения холодного и теплого воздуха.

Туманы образуются в любое время года, но чаще всего они появляются в конце лета или осенью, когда охлаждение воздуха происходит быстрее, чем остывает земля. В результате прохладный воздух опускается на землю или воду, которая еще сохраняет тепло, происходит конденсат, и множество водяных капелек висят в воздухе. Вместе с тем, туман – очень сложное явление, потому что для образования тумана нужно сочетание большого числа факторов. Здесь важны и разность температур между воздухом и «подстилающей», как говорят метеорологи, поверхностью, и насыщенность воздуха водяным паром, и сила и направление ветра. На прозрачность тумана влияет размер капель воды, которые образуют туман. Большинство капель имеет радиус 5-15 мкм при положительной температуре воздуха и 2- 5 мкм при отрицательной температуре.

Наиболее общей особенностью распределения туманов по земной поверхности является увеличение их повторяемости к высоким широтам. В зависимости от условий образования туманы на территории России имеют различную непрерывную продолжительность. Так, в России преобладают кратковременные туманы, продолжающиеся не более 2-4 часов, а на побережьях северных морей они могут не прекращаться по нескольку суток. При этом на Европейской части России наибольшее число дней с туманами отмечается на побережье арктических морей, в высокогорных районах, на склонах возвышенностей. Туман занимает важное место в жизни человека, особенно из-за своего влияния на экологию и здоровье человека.

Мы опытным путем создали туман, используя три возможных способа. Самым эффективным оказался метод с применением сухого льда.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Большая книга экспериментов для школьников/Под ред. Антонеллы Мейяни; Пер. с ит. Э. И.Мотылевой. – М.: ЗАО «РОСМЭН ПРЕСС», 2010.
2. Д. Пайл, П. Робсон, Детская энциклопедия «Планета Земля», ООО «Издательство «Эксмо», 2010.
3. Малый академический словарь русского языка (электронная версия).
4. Москвин А. Г., Лосев К. С., Большая энциклопедия природы «Вода и воздух», «Мир книги», 2004.
5. Мои первые научные опыты, «Издательская группа «КОНТЭНТ», Словакия, 2003.

<https://ru.wikihow.com/%D1%81%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%8C-%D1%82%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD>

<https://awesomeworld.ru/prirodnye-yavleniya/tuman.html>

<https://www.vseznaika.org/priroda/chto-takoe-tuman/>