ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ «ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА» НА ПЛАНЕТЕ ЗЕМЛЯ

Немцев П.Л.

г. Самара, МБОУ СОШ № 120, 2 «Б» класс

Научный руководитель: Ядринцева В.И., МБОУ СОШ № 120

Мы встречаемся с действием «парникового эффекта» в обычных ситуациях, не задумываясь о том, что же это такое и каковы масштабы этого явления. В моей семье любят выращивать собственный урожай, каждую весну на дачном участке мы вместе высаживаем семена овощей в теплицу и укрываем их пленкой, чтобы они быстрее взошли. Почему семена всходят быстрее под пленкой? Потому что пленка (и теплица) сохраняют тепло у поверхности земли, когда за стеклом еще холодно, это и называется «парниковым эффектом» – барьером, который удерживает тепло.

На занятиях по астрономии в клубе «Апогей» мы изучали Венеру и тогда снова услышали о «парниковом эффекте», который разогревает эту планету почти до 500 градусов по Цельсию, так горячо, что даже свинец начинает плавиться и остается в жидком состоянии!

Мне стало интересно, почему «парниковый эффект» согревает? Почему на Венере из-за него стало очень горячо, а на Земле нет. На всех ли планетах есть «парниковый эффект»? И если не на всех, то от чего это зависит? Поэтому я выбрал эту тему.

Я думаю, что тема актуальна потому, что помогает больше узнать о нашей планете, понять ее устройство, спрогнозировать ее будущее. Изучение температуры планеты и того, что на температуру влияет, очень важно для людей. Ведь изменение температуры может привести к катастрофическим последствиям – даже к изчезновению жизни на Земле, если температура сильно понизиться или, наоборот, возрастет.

Что именно мы знаем о температуре поверхности планет Солнечной системы, от чего она зависит? Попробуем изучить этот вопрос при помощи эксперимента. Сделаем модель Солнечной системы, проведем исследование и ответим на вопрос – как же температура поверхности зависит от Солнца и особенностей атмосферы планеты и можно ли управлять температурой?

Цель работы – выяснить, что влияет на температуру поверхности планеты.

Задачи:

1. Изучить понятие «парниковый эффект» как физическое явление, возникающее на планетах Солнечной системы на примере планет Земля и Венера.

2. Провести собственное исследование того, как температура планет зависит от атмосферы планеты и расстояния до Солнца. В качестве моделей планет (Земли и Венеры) для исследования были использованы пластиковые бутылки, а в качестве модели Солнца использовалась лампа накаливания. Для моделирования атмосферы Венеры использовались мел и уксусная кислота (для получения CO_2 (углекислого газа), из которого на 96–98 % состоит атмосфера Венеры).

3. Выяснить, как можно влиять на температуру поверхности планеты.

Гипотеза: предположим, что температура поверхности планеты зависит от расстояния планеты до Солнца и от наличия в атмосфере углекислого газа, а снижение количества углекислого газа в атмосфере может остановить повышение температуры поверхности планеты. Наоборот, увеличение в атмосфере углекислого газа повысит температуру планеты и может превратить Землю в подобие планеты Венера; жизнь на такой планете будет не возможна.

В работе использованы следующие методы исследования – метод сравнения полученных данных и их обработка, метод моделирования.

Что такое «парниковый эффект» как физическое явление?

Для того, чтобы понять, что такое парниковый эффект в действии мы с мамой повторили опыт профессора Филиппа Филиповича Астрова из Академии занимательных наук [7] – укутали домашнее растение полиэтиленовым пакетом и через два дня увидели на пакете конденсат – капельки воды. Это означает, что температура внутри пакета выше, чем снаружи. То же можно увидеть осенью в переполненном пассажирами автобусе – стекла затуманиваются, запотевают, покрываются капельками влаги, это потому, что температура в салоне автобуса выше, чем за окном. По тому же принципу работает теплица на дачном участке.

Похожее явление наблюдается и на планете Земля, только в гораздо большем планетарном масштабе! Роль пленки (стек-

ла) на Земле выполняет атмосфера – пары воды, углекислого газа и некоторых других химических веществ. Именно эти пары укутывают землю и создают барьер, сквозь который не проходит тепло, которое Земля отдает в инфракрасном излучении, нагреваясь от Солнца. Это тепло возвращается назад к поверхности Земли и нагревает ее. Без парникового эффекта на нашей планете температура у поверхности была бы значительно ниже – около минус 18 градусов в среднем, а так она достигает плюс 15 [8].

Посмотрев обучающий фильм из видеоуроков Академии занимательных наук о парниковом эффекте, я узнал, что он бывает сбалансированным (как на Земле), то есть углекислый газ не накапливается, а поглощается растениями и мировым океаном; а в процессе горения и разложения органики углекислый газ снова образуется в атмосфере. Получается баланс, «одеяло», укрывающее нашу планету все время остается одинаковым, «одной толщины», а температура поверхности планеты – постоянной [7].

Этот «парниковый эффект» был на нашей планете с давних времен, благодаря ему стали возможными формы жизни. Но в последнее время в результате загрязнения атмосферы выхлопными газами, выбросами ТЭЦ и различных заводов на Земле наблюдается увеличение концентрации углекислого газа, «одеяло», окутывающее планету становится «толще», это может привести к глобальному потеплению и негативным последствиям для всего человечества [7].

«Парниковый эффект» на Венере

Так называемый неконтролируемый или «разгоняющийся» «парниковый эффект» присутствует на Венере. Планета окутана облаками, на 96–98 % состоящих их углекислого газа. Эти облака такие густые, что планета получает меньше тепла от Солнца, чем Земля, хотя находится ближе к Солнцу, но «парниковый эффект» не дает планете отдать тепло в космос, оно возвращается к поверхности планеты. А Солнце продолжает излучать на поверхность Венеры тепло, нагревая ее. Планета снова излучает тепло обратно в космос, а облака газа снова не дают теплу уйти в космос, возвращая их к поверхности, так планета разогревается с каждым днем все больше и больше [7].

В статье Виталия Бронштэна «Венера под облаками» говорится, что Венера обладает самой плотной атмосферой среди всех планет Солнечной системы [1].

В 1956 году астрономы Морской исследовательской лаборатории США зафиксировали тепловое излучение Венеры в 300°С. Сначала ученые не знали, что именно на планете излучает такое тепло? Атмосфера планеты или поверхность Венеры? Позднее, после посадки на поверхность Венеры станций «Венера-7» и «Венера-8» в 1970 и 1972 году соответственно, ученые выяснили, что это поверхность планеты, также они уточнили цифру – температура Венеры – 480°С [1].

Венера получает от Солнца вдвое больше тепла, чем Земля, если бы Земля была на месте Венеры, ее температура была бы выше на 60°С, то есть около 75°С, но никак не 480°С! Значит, дело не только в расстоянии планеты до Солнца. А от чего же за-

висит температура поверхности планеты, кроме расстояния до Солнца?

Ответ на этот вопрос нашел американский ученый Карл Сагал. Дело в особенностях ее атмосферы, газовая оболочка Венеры – гигантский парник, состоящий на 96–98% из углекислого газа. Из-за него она не способна выпустить наружу тепло, получаемое от Солнца [1].

Вячеслав Голованов, редактор портала GeekTimes, в статье «Глобальное потепление для начинающих» пишет, что если бы «на Венере не было атмосферы – если бы она больше походила на Меркурий и была бы просто сферой, поглощающей большинство солнечного света, чтобы затем выпустить его обратно в космос – её температура составляла бы около 67°C» [9].

На самом деле температура поверхности Венеры, как мы помним, почти 500°C! Нагревается Венера за счет облаков, окутывающих ее.

Голованов сравнивает эти облака с одеялом: «Эффект атмосферы Венеры – со всеми облаками и газами – работает, как толстое, огромное, изолирующее одеяло, которое сохраняет Венеру в тепле тем же способом, как сохраняют в тепле вас: поглощая её энергию и излучая обратно» [9].

В Солнечной системе есть планеты, в которых атмосфера разреженная, такие планеты не защищены атмосферой от солнечного света и тепла, как наша Земля. Разреженные атмосферы у планет Меркурий, Плутон, Марс. В других планетах в атмосфере есть водород и гелий, но нет углекислого газа – главного элемента, создающего «парниковый эффект» [10].

Значит, не на всех планетах Солнечной системы есть «парниковый эффект». Поэтому для моего опыта я взял только две планеты – Землю, где парниковый эффект сбалансированный, и Венеру, где он «разгоняющийся», неконтролируемый.

Как зависит температура поверхности планеты от наличия/отсутствия паров углекислого газа в ее атмосфере и расстояния до Солнца (на примере модели Солнечной системы)?

Впервые «парниковый эффект» был смоделирован физиком Филиппом де Соссюром, который выставил на солнце накрытый стеклянной крышкой сосуд, а после измерил разницу температур внутри него и снаружи. Внутри воздух оказался теплее, будто сосуд получил извне солнечную энергию. В 1827 году физик Жозеф Фурье высказал предположение, что такой эффект может происходить и с атмосферой Земли, оказывая влияние на климат.

Именно он сделал вывод, что температура в «парнике» повышается за счет различной прозрачности стекла в инфракрасном и видимом диапазоне, а также благодаря предотвращению стеклом оттока теплого воздуха [11].

Я попробовал отчасти повторить опыт Ф. де Соссюра и доказать, что наличие углекислого газа в атмосфере планеты увеличивает температуру ее поверхности и что атмосфера планеты является более значимой для температуры ее поверхности, чем расстояние планеты до Солнца.

Если в качестве планет взять две пластиковые бутылки одного размера (Венера и Земля практически не отличаются в диаметре), а «Солнцем» сделать лампу накаливания мощностью 300 Вт, то надо будет поставить модель Венеры в два ближе к Солнцу, чем модель Земли.

Например, наша «Венера» будет стоять на расстоянии 15 см, а «Земля» (поскольку она получала бы в два раза больше тепла, если б была на месте Венеры) будет стоять на расстоянии в два раза дальше от нашего «Солнца», то есть на расстоянии 30 см.

При помощи мела и уксусной кислоты легко получить углекислый газ – модель атмосферы Венеры (96–98% атмосферы Венеры состоит из этого газа).

Чтобы увидеть, как влияет газ на температуру планеты, следует сделать замеры температуры без нагревания и углекислого газа. Когда я сделал замер комнатной температуры, она составила 19°C.

Затем необходимо измерить температуру на поверхности модели Земли и модели Венеры после нагрева при помощи лампы накаливания в течение 10 минут.Температура «Земли» (через 10 минут) – 23°C.Температура «Венеры» (через 10 минут) – 26°C .Затем следует повысит содержание углекислого газа в атмосфере «Венеры» и повторить замеры температур.Температура Венеры (с повышенным содержанием углекислого газа) поверхности модели Венеры – 27°C.

Таким образом, можно сделать вывод, что температура планет зависит от расстояния до Солнца, и особенностей атмосферы (наличие углекислого газа в большей концентрации увеличивает температуру поверхности модели планеты на 1°C).

Завершая эксперимент, я решил переставить бутылки местами и поставил «Землю» на место «Венеры», ближе к лампе, а «Венеру» дальше – на место «Земли». Затем я добавил в 2атмосферу» смоделированной Венеры углекислый газ и повторил замеры температуры.

Несмотря на то, что модель Венеры в этот раз стояла дальше от лампы-Солнца

все равно через 10 минут нагревания температура была равна 27°С, хотя Земля (без повышенного содержания углекислого газа в ее атмосфере) на том же месте нагрелась только до температуры 23°С.

В ходе данного эксперимента я сделал следующие выводы:

1) Планета, находящаяся ближе к Солнцу, имеет большую температуру поверхности (Венера ближе, температура через 10 минут нагревания – 26°С, Земля – дальше, температура – 23°С).

2) Планета, в атмосфере которой содержится углекислый газ (являющийся «парниковым» газом) в бОльшей концентрации, чем в атмосфере Земли, горячее. (При добавлении углекислого газа температура Венеры через 10 минут нагревания стала 27°С, увеличилась на 1°С по сравнению с опытом без углекислого газа).

3) Планета с повышенным содержанием углекислого газа будет горячее планеты без повышенного содержания углекислого газа даже в том случае, если она находится дальше от источника нагревания (На 10 минут «Венеру» поставили на место Земли, добавив один кусок мела. Температура осталась на отметке 27°С).

Из этого можно сделать общий вывод: если количество углекислого газа в атмосфере Земли будет расти, то, несмотря на то, что Земля дальше от Солнца, чем Венера, ее температура все равно может повыситься (только из-за увеличения содержания углекислого газа в ее атмосфере).

Данные представлены в таблице.

Таблица сравнения температур поверхностей моделей Венеры и Земли

t °С комнаты	t °С поверхности Венеры под воздействием Солнца (через 10 минут)	t °С поверхности Земли под воздействием Солнца (через 10 минут)	t °С поверхности Венеры под воздействием Солнца+ CO_2 в увеличенной концентрации	t °С планеты Венера (с CO_2) на месте планеты Земля, дальше от Солнца (количество мела для получения CO_2 увеличили вдвое)
19°С	26°С	23°С	27°С	27°С

Парниковая катастрофа на планете Земля

Наш опыт показал, что регулирование углекислого газа в «атмосфере» меняет температуру поверхности моделей-планет. Это значит, что снижение количества углекислого газа может понизить температуру Земли.

Мы знаем, что парниковый эффект на Земле сбалансированный, но тем не менее в последнее время наблюдается рост среднегодовой температуры Земли, мы наблюдаем глобальное потепление. Каковы его причины? Какую роль здесь играет CO_2? Может ли человек (и должен ли) вмешиваться в регулирование температуры планеты? Сравните две фотографии, сделанные Гари Брачем (Gary Braasch), на которых изображено таяние ледника Пастерз (Pasterze) в Австрии в 1875 (слева) и 2004 (справа) году.

Из всех сценариев будущего планеты, связанных с изменением климата, о которых я прочитал, для этой работы я выбрал сценарий, который называется «Парниковая катастрофа». О нем рассказывается на сайте www.ecoteco.ru в статье А.В. Егошина о глобальном потеплении [12].

А.В. Егошин пишет, что это самый «неприятный» сценарий развития процессов глобального потепления. Автором теории «парниковой катастрофы» является русский ученый В.А. Карнаухов. Суть теории в следующем. Из-за роста содержания в атмосфере углекислого газа повысится температура планеты, что вызовет переход в атмосферу растворённого в океане CO_2. Затем станут разлагаться вещества, лежащие в более глубоких слоях земной коры, также увеличивая содержание CO_2. Ледники будут интенсивно таять, уменьшая альбедо (отражательную способность) Земли. Из-за этого из вечной тающей мерзлоты станет поступать метан, затем льдистые соединения воды и метана также станут разлагаться, увеличивая «парниковый эффект». Если учесть, что метан, является в 21 раз более сильным парниковым газом,

чем CO_2 рост температуры на Земле будет катастрофическим [12].

Егошин предлагает сравнить прогноз о планете Земля с настоящим положением на Венере, потому что у них много общего:

«В настоящее время атмосфера Венеры состоит на 98% из CO_2, что приводит к увеличению температуры планеты почти на 400°С.

Если глобальное потепление пойдёт по такому же сценарию, как на Венере, то температура приземных слоев атмосферы на Земле может достигнуть 150°С. Повышение температуры Земли даже на 50°С поставит крест, на человеческой цивилизации, а увеличение температуры на 150°С вызовет гибель почти всех живых организмов планеты» Согласно Карнаухову это может произойти уже через 300 лет [12].

Что мы можем сделать?

1. Уменьшить выброс CO_2 в атмосферу

Уменьшить выброс CO_2 можно за счет замены топливной энергии электрической или энергией ветра, воды, солнца. Развивается производство солнечных батарей, ветряков, строительство ПЭС (приливных электростанций), ГЭС, АЭС. Предлагаются оригинальные не традиционные способы получения энергии такие, как использование тепла человеческих тел для обогрева помещений, использование солнечного света для предотвращения появления гололёда на дорогах. Улучшается КПД двигателей, выпускаются гибридные автомобили;

2. Высаживать леса

Поскольку растения – главные потребители CO_2, это может спасти ситуацию, наравне с этим следует бороться с лесными пожарами, потому что при сгорании лесов количество CO_2 увеличивается.

3. Увеличение альбедо Земли (сажать леса, красить в белый цвет крыши, чтобы увеличить отражательную способность планеты (альбедо), чтобы тепло не скапливалось у поверхности планеты, увеличивая температуру поверхности);

4. Улавливание парниковых газов

Предлагается улавливать парниковые газы из атмосферы путем захоронения растительных организмов, использования хитроумных искусственных деревьев, закачки углекислого газа на многокилометровую глубину океана, где он будет растворяться в водной толще.

5. Разработка законов

Особое внимание уделяется разработке законодательных нормативов, направленных на снижение выброса парниковых газов. В настоящее время многими странами мира были приняты Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992) и Киотский протокол (1999) [12].

Заключение

16 ноября 2016 года известный физик Стивен Хокинг призвал человечество продолжать осваивать космос и смотреть «не только под ноги, но и на звезды»:

«Необходимо продолжать идти в космос для будущего человечества. Я не думаю, что мы переживем еще одну тысячу лет без побега за пределы нашей хрупкой планеты» [13].

Это высказывание шокировало многих по двум причинам:

1) знаем ли мы достаточно, чтобы планировать колонии на других планетах;

2) знаем ли мы о том, почему наша планета такая хрупкая и как сберечь ее, хотя бы до той поры, когда мы – человечество – будем готовы ее покинуть?

Парниковый эффект и глобальное потепление, о которых я узнал в процессе подготовки реферата, связаны друг с другом, как причина и возможное следствие. В работе я постарался выяснить, как «работает» парниковый эффект и можно ли управлять им, снижая температуру планеты.

Я выяснил, что такое «парниковый эффект» как физическое явление, на каких планетах оно происходит, что такое сбалансированный и «разгоняемый» «парниковые эффекты» на Земле и Венере.

Чтобы проверить действие «парникового эффекта» я сконструировал модель Солнечной системы: две пластиковых бутылки (Земля и Венера), два градусника, мел и уксусная кислота для производства CO_2, лампа накаливания (Солнце).

Основываясь на проведённых мною исследованиях, я сделал следующие выводы:

1) Температура поверхности планеты регулируется не только расстоянием до Солнца, но и концентрацией углекислого газа в ее атмосфере, не позволяющей теплу уходить с планеты, возвращающей его к поверхности и таким образом нагревающей планету.

2) Если в атмосфере одной планеты есть углекислый газ в большей концентрации, чем на второй планете, то температура поверхности первой планеты будет выше, даже если она дальше от Солнца и получает меньше тепла, чем вторая планета.

Также в моей работе я рассмотрел вопрос возможного регулирования человеком температуры поверхности Земли в связи с проблемой глобального потепления, обобщив эти возможности в пять групп (1)уменьшение выброса углекислогогаза за счет нетопливной энергии; (2)высадка лесов и борьба с пожарами; (3) увеличе-

ние альбедо (отражательной способности) Земли за счет высадки растений и покраски крыш домов; (4) улавливание парниковых газов; (5) принятие законопроектов, регулирующих выброс углекислого газа.

Благодаря существующему на Земле «парниковому эффекту» температура поверхности планеты в среднем равна 15–18°С, что было благоприятно для развития жизни на Земле. Сбалансированный «парниковый эффект» на планете обеспечивает стабильность планеты как системы. Но увеличение углекислого газа в атмосфере приводит к увеличению температуры поверхности Земли. Человечество не должно допустить превращения сбалансированного «парникового эффекта» в «разгоняющийся», как на Венере. Это может привести к гибели всего живого, по самым пессимистическим прогнозам – уже через 300 лет.

Список литературы

1. Бронштэн В. Венера под облаками // Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. – М.: Аванта+, 1997. – С. 515–521.

2. Бул Михаэль. Космос. – М.Ж «Планета детства», Изд-во «Астрель», 2000.

3. Ванклив Дженис. Эксперименты по астрономии. – М., АСТ:Астрель, 2009.

4. Ранцини Жанлука. Космос. Сверхновый атлас вселенной. – М., Эксмо, 2005.

5. Поттер Уильям. Космос. Большая книга для творчества. – М., ООО Издательская группа «Азбука-Аттикус», 2014.

6. Стоуэлл Луи Что такое астрономия? Энциклопедия для любознательных. – М.: Эксмо, 2012.

7. Академия занимательных наук (видеоуроки для детей) http://ivideouroki.ru/astronomia/astronomia-15–bolshoj-asteroid-vlianie-parnikovogo-effekta/.

8. Сайт SeaPeace (Мир океана). – http://www.seapeace/ru/atmosphera/oceanology/atmosphera862.htmlhttp://ivideouroki.ru/astronomia/astronomia-15–bolshoj-asteroid-vlianie-parnikovogo-effekta/.

9. Голованов В. Глобальное потепление для начинающих. – https://geektimes.ru/post/279158/.

10. Физика.ru. – http://www.fisika.ru/facultat/index.php?theme=4&id=4242.

11. Сайт для Всезнаек и Почемучек. – http://www.vseznaika.org/priroda/chto-takoe-parnikovyj-effekt-i-v-chyom-ego-sut/.

12. Егошин А.В. Глобальное потепление. – http://www. www.ecoteco.ru/library/magazine/4/ecology/globalnoe-poteplenie-fakty-gipotezy-kommentarii.

13. The Independent цитирукт выступление Стивена Хокинга в дискуссионном клубе «Оксфорд Юнион». – https://www.gismeteo.ru/news/sobytiya/21643–stiven-hoking-predskazal-kogda-pogibnet-chelovechestvo/.