

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
Гимназия № 1 имени А.С. Пушкина города Южно-Сахалинска

**Исследовательская работа по теме:**  
**«Углеродный след»**

Выполнили:

ученики 11 «С» класса

МАОУ Гимназия №1 имени А.С. Пушкина

Евстафьев Семён Андреевич, Семёнова Алина, Кузнецова Анна

Научный руководитель:

Преподаватель физики

Швец Наталья Леонидовна

2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Угрозы и проблемы.....	5
1.1. Что такое углеродный след и кто его оставляет.....	5
1.2. Сферы жизни, являющиеся источниками.....	5
1.3. Угроза планетарного масштаба.....	6
Глава 2. Климатический баланс в наших руках.....	9
2.1 Отношение к проблеме.....	9
2.2 Окружающие.....	9
2.3 Сокращение углеродного следа.....	10
Глава 3. Глобальное потепление.....	13
3.1 Причины проблемы.....	13
3.2 Последствия.....	15
3.3 Таяние ледников.....	17
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	21

## Введение

Природа создала человека несовершенным. Одарив его ограниченными способностями, она наделила его безграничными потребностями и сообщила необходимость в их удовлетворении, во что бы то ни стало. С тех пор, как поднявшись на две ноги, человек взял в руки палку, он снова и снова был не удовлетворен тем, что имеет. С развитием инфраструктуры и общества появлялись все новые и новые желания и чаяния. Современный темп жизни сообщает нам искусственные потребности, не являющиеся первой необходимостью для выживания, но отвечающие требованиям эго. И потребности эти растут с каждым годом в геометрической прогрессии. Последние несколько лет человечество живет за гранью собственных возможностей. Люди потребляют гораздо больше, чем может предоставить нам экосистема Земли, не способная восстанавливаться с такой скоростью. Вырубка лесов, загрязнение водоемов и воздуха, гибель целых видов животных нарушает климатическое равновесие. Человеку требуется все больше пространства, которое он отвоевывает у других живых организмов, не считаясь не только с ними, как с полноправными соседями по планете, но и даже со следующими поколениями своего же вида. Человечество забывает, что удовлетворение сегодняшних потребностей, не должно оказывать негативного влияния на удовлетворение потребностей будущего поколения. А значит надо научиться соизмерять свои реальные потребности и возможность их удовлетворения. Одним из индикаторов изучения влияния потребностей каждого человека в обществе на окружающую среду является понятие углеродного следа.

**Актуальность:** забота о климате с каждым годом становится все более актуальной, как в нашей стране, так и во всем мире. В понятие безопасности климата входят не только сохранение многочисленности и разнообразия природных ресурсов нашей планеты. Это и бережное отношение к водным ресурсам, и забота о сохранении чистоты воздуха. При этом вопрос стоит не только о том, как будем жить мы, но и о том, что мы оставим после себя. Именно в этом плане и работает концепция «климатического следа».

**Цель работы:** наглядно продемонстрировать, какой экологический урон наносится нашей природе, и показать, как можно улучшить данную ситуацию.

### **Задачи:**

1. Изучить информации по концепции «углеродный след», глобальное потепление и углеродный баланс.

2. Провести исследование обучающихся с целью определения их «климатического следа».

4. Выработать правила энергосбережения (экономии воды, тепла, электроэнергии) для обучающихся.

**Объект исследования:** воздействие человека на окружающую среду.

**Предмет исследования:** величина углеродного следа человека.

В работе использовались методы изучения и обобщения, так как эти методы исследования позволяют производить логическое исследование собранных фактов, делать умозаключения и теоретические обобщения.

**Практическая значимость** работы заключается в том, чтобы привлечь внимание, интерес к проблеме и улучшить состояние климата. Формой представления результатов проектной деятельности, т.е. продуктом деятельности станет презентация с результатом исследовательской работы и опроса среди учеников старшей школы касаясь их собственного углеродного следа в жизни.

## Глава 1. Угрозы и проблемы

### 1.1. Что такое углеродный след и кто его оставляет.

Давайте разберёмся, что такое углеродный след, и какой вклад вносится в его увеличение. **Личный углеродный след** – это все выбросы парниковых газов, которые поступили в атмосферу в результате деятельности человека.

Что не так с высоким углеродным следом? Он способствует усилению парникового эффекта атмосферы Земли. Сам по себе **парниковый эффект** в его естественном виде до вмешательства человека — это то, благодаря чему на нашей планете возможна жизнь. Но сегодня проблема в том, насколько деятельность человека увеличила этот эффект, и в какой момент из согревающего он превращается в удушающий.

Один из основных вкладов в климатический кризис вносит сжигание ископаемого топлива: угля, нефти и газа. Но не стоит забывать, что высокие выбросы — это следствие нашего растущего потребления. То, что люди едят, как передвигаются и ведут себя в быту каждый день, имеет решающее значение.

Представьте: утром вы надеваете одежду, произведённую в других странах и привезённую к вам издалека, едете на работу, заказывая такси, и обедаете сочным стейком. Если смотреть глобально, то человек оставляет за собой серьёзный углеродный след, занимаясь своими каждодневными делами, и его **три главные составляющие** — это еда, передвижение и жильё. Безусловно, многие из этих привычек могут быть обусловлены необходимостью или нехваткой времени. Но давайте посмотрим, есть ли альтернативы, которые можно применить в собственной жизни?

### 1.2 Сферы жизни, являющиеся источниками

#### Блок I: ДОМ

Люди слышат с детства, что нужно не забывать выключать свет и воду. Это тот случай, когда мотивация сэкономить на счетах полностью совпадает с пользой для климата. «Домашний» углеродный след складывается из энергопотребления в быту: это электричество, отопление, газ и даже энергия, «зашитая» в воду. Для того чтобы все эти услуги дошли до общества, где-то на теплоэлектростанции сжигается уголь или газ, что приводит к выбросам парниковых газов. А на производство горячей воды нужно затратить примерно на треть больше энергии, чем холодной.

Заметную долю климатического следа, связанного с жилищем, составляют также **косвенные выбросы** — например, связанные с производством телевизора, привезённого из Китая. В итоге, чем более энергоэффективны наши бытовые приборы, чем меньше мы покупаем новой излишней электроники и мебели, а также более аккуратно расходуете воду и энергию, тем ниже наш углеродный след.

## **Блок II: ПУТЕШЕСТВИЯ**

Известно, что один из самых климатически затратных способов путешествия — это передвижение на самолёте или личном автомобиле. Причём в некоторых развитых странах поездки на автомобиле вносят первый по величине вклад в углеродный след человека, связанный с транспортом, а перелёты — второй.

А вот поездка на поезде, напротив, будет климатически дружественным вариантом. Вы можете также попробовать такие экологичные виды туризма, как хайкинг и велопоходы, альпинизм, сплавы по реке, спелеотуризм, сельский туризм.

## **Блок III: ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТ**

На углеродный след поездки по городу влияют вид транспорта, дальность маршрута, скорость, вид и эффективность использования топлива, стиль вождения и другие факторы.

Каждый раз, когда вы выбираете пешие прогулки, велосипед, самокат, или общественный транспорт вместо личного автомобиля или такси, вы думаете о климате. Например, углеродный след поездки на автомобиле на 1 км пути примерно в 20 раз выше, чем на автобусе или метро.

## **Блок IV: ЕДА**

Переход на климатически дружественную диету (с большим содержанием растительных продуктов, чем животных) называется одной из самых действенных вещей, которую человек может делать для планеты и климата. Всё дело в том, что на производство мясных и молочных продуктов в большинстве случаев нужно затратить гораздо больше природных ресурсов по сравнению с растительными. Например, углеродный след мяса жвачных животных в 100 раз больше, чем растительных продуктов.

Конечно, это не означает, что с завтрашнего дня каждый станет веганом / вегетарианцем. Но учёные делают акцент на том, что необходимо именно снижать потребление животных продуктов, и для начала постараться уйти хотя бы от их чрезмерного потребления. Можно попробовать не есть мясо по понедельникам, как это делают по всему миру участники глобальной инициативы Meat Free Monday. Можно отказаться от говядины, так как из всех видов мяса она имеет наибольший углеродный след.

### **1.3 Угроза планетарного масштаба**

Наша планета очень богата и плодородна, она накопила свой природный капитал за миллионы лет. Каждый год природа дарит нам новый урожай, и, если его разумно расходовать и брать у природы столько, сколько она может ежегодно возродить, ее дарами сможем пользоваться мы, наши дети, внуки и все будущие поколения Земли. К

сожалению, жители планеты забирают у природы больше, чем она может восполнить, и ее богатств становится все меньше и меньше. Увеличивая использование природных ресурсов за счет неприкосновенных запасов биосферы, люди подрывают возможность природы восстанавливаться. Уже сегодня человечество превысило допустимый предел загрязнения на 20%. В результате происходит деградация природы, исчерпываются ее ресурсы, растет наш углеродный след. Будущим поколениям достанется уже другая планета - загрязненная отходами, с токсичными реками и отравленным воздухом, с исчезнувшими животными и вычерпанными ресурсами.

Человек точно научился рассчитывать, сколько нужно площади, чтобы территория смогла прокормить стадо животных. Но почему он не взвешивает на тех же весах и самого себя?

Может ли наша земля нас прокормить, удовлетворить все наши потребности без истощения своих природных богатств? Почему же так происходит? Вот главные причины:

1. Людей на планете стало слишком много.

2. Многие хотят даже больше того, что им необходимо. Они потребляют ресурсы так, как будто у нас не одна, а много планет. Может ли при этом природных богатств хватать всем?

Углеродный след говорит, что человеческое потребление природных ресурсов можно представить, как процесс деления пирога. Один пирог - планета. А вот, сколько и каких кусков достается каждому - это и позволяет рассчитать углеродный след. И, к сожалению, сегодня одним достается слишком много, а другим не хватает даже самого необходимого.

К странам с очень большим «углеродным» относятся США, Китай, ОАЭ, Япония. Минимальный «углеродный след» производят страны с неразвитой экономикой – Монголия, Бангладеш, Намибия. Некоторые специалисты считают, что если бы все страны мира потребляли такое количество природных ресурсов как Америка, человечеству бы потребовалось пять планет размером с Землю.

К чему может привести бесконтрольное увеличение «климатического следа» человека?

Йохан Рокстрём являющийся исполнительным директором Стокгольмского центра устойчивости международного исследовательского центра при Стокгольмском университете и его 17 коллег-соавторов написали статью, в которой говорится: «Планета была нашим другом, амортизируя последствия наших действий. Но впервые в истории мы смогли сделать из друга врага».

Ученые полагают, что на сегодняшний день нашей планете требуется один год и пять месяцев, чтобы восполнить то количество ресурсов, которое человечество расходует за один год.

Огромный перерасход ресурсов угрожает не только климату планеты, но и благосостоянию многих людей на Земле. Бесконтрольный вылов морских обитателей, уменьшение лесного покрова Земли, истощение источников чистой пресной воды приводят к снижению биоразнообразия и глобальным изменениям климата. Кроме того, загрязнение окружающей среды способствует развитию межнациональных конфликтов и увеличению массовой миграции населения, вызванных голодом, недостатком воды и других природных ресурсов.

На Западе широко распространены калькуляторы «индивидуального климатического следа», которые помогают подсчитать потребителю, сколько природных ресурсов используется для производства того или иного товара и последующей утилизации отходов. Для установления индивидуального климатического следа в расчет принимается не только расход электричества, продуктов, одежды, но и образ жизни в целом.

Кто-то может сказать: у нас еще есть много земель для расширения нашей деятельности, много ресурсов. Да, это так. Как же мы будем ими распоряжаться? Будем ли мы подражать тем, кто научился так “замечательно” использовать свой природный капитал, обеспечивать свое “процветание”, как это делают “сверхдержавы”? Или мы решим, что наш экологический резерв - наши природные богатства - это самый важный капитал, который гарантирует благополучие наше и наших детей, и мы его будем беречь и сохранять?

## **Глава 2. Климатический баланс в наших руках**

### **2.1. Отношение к проблеме**

Решением этих проблем могут и должны заниматься не только органы власти, но и жители. Вклад людей в управление развитием района, в котором они живут, может быть различен. Рассмотрим, например, благоустройство двора. Пенсионеры вместе с внуками могут посадить клумбы и следить за их сохранностью. Хорошо обеспеченные, но занятые люди могут выделить деньги, на которые можно купить саженцы, а муниципалитет может отремонтировать дороги и построить детскую площадку. Таким образом, каждый может найти доступный для себя способ оставить добрый след в жизни своего двора, района. Объединяя усилия, мы можем найти наиболее эффективный вариант решения проблемы.

В настоящее время, в разных уголках нашей страны и других стран мира появляется все больше примеров того, как люди занимаются решением местных проблем, используя идеи устойчивого развития. На основе их опыта были созданы рекомендации, применяя которые жители могут повлиять на ситуацию там, где они живут.

В первую очередь, надо найти единомышленников, людей, небезразличных к тому, что происходит вокруг, вместе с ними определить, какие проблемы существуют в вашем районе, и выделить те из них, которые необходимо решить прежде всего. Также нужно выявить жителей, чьи интересы затрагиваются деятельностью, которая осуществляется на вашей территории. Когда вы определились с проблемами и участниками, постарайтесь представить себе образ желаемого будущего вашего района: каким вы видите свой город, улицу, двор, какие изменения вы хотели бы привнести в его жизнь. Когда вы будете ясно представлять, что и как собираетесь изменить, можно приступить к планированию, а затем и к реализации конкретных действий.

### **2.2. Окружающие**

Расчет климатического следа учащихся 10 классов.

Среди учащихся 10 классов было проведено анкетирование, целью которого было вычисление собственного углеродного следа. В анкетировании приняли участие 30 человек.

Опрос состоит из 8 вопросов:

1. Какова ваша общая площадь вашего жилья?
2. Сколько человек проживает в вашем жилье (считая вас)?
3. Что из перечисленного есть в вашем жилье: газовая плита, газовый водонагреватель, отопление от газа, центральное отопление, электрическая плита.
4. На каких видах транспорта вы путешествовали за последний год? Самолёт, поезд, автомобиль.

5. Совершаете ли вы регулярные поездки на работу / учёбу?

6. Какое расстояние в среднем вы проезжаете на следующих видах транспорта в день? Автомобиль (в том числе такси и каршеринг), электромобиль (в том числе такси и каршеринг), автобус, троллейбус.

7. Придерживаетесь ли вы какой-либо из этих диет? Веганской, вегетарианской, псскетарианской, ни одной из перечисленных.

8. Сколько раз в неделю вы употребляете следующие продукты / напитки? Авокадо, апельсин, банан, бобы (150 г), виноград (гроздь), горох (80 г), картофель, кофе, молоко коровье, молоко миндальное, молоко соевое, молоко рисовое, молоко овсяное (200 мл стакан), овсяная каша (три столовые ложки крупы до варки), орехи (горсть), паста (75 г макарон до варки), помидор, рис (три столовые ложки до варки), сыр (30 г), тофу (100 г), хлеб (ломтик), чай (чашка), шоколад молочный (плитка), шоколад тёмный (плитка), яблоко, яйцо.

Данные анкетирования представлены ниже:

9 Человек имеют углеродный след превышающий 10 тонн CO<sub>2</sub> в год.

3 Человека имеют углеродный след меньше 3 тонн CO<sub>2</sub> в год.

Остальные же 18 человек держат их углеродный след в районе от 2 до 10 тонн CO<sub>2</sub> в год.

В то время как средним желательным показателем является 2,5 тонн CO<sub>2</sub> в год.

Средним показателем для моих ровесников, является 5 тонн CO<sub>2</sub> в год. Что говорит о безразличии к тому что от нас достанется будущим поколениям. Такая позиция считается в корне неверной, ведь уменьшение своего углеродного следа невероятно важно для светлого будущего.

### **2.3 Сокращение климатического следа.**

Почему так важно сокращать углеродный след. Увеличение выбросов парниковых газов является ключевым фактором изменения климата и глобального потепления. Важно понимать, какие газы называются парниковыми. Вспомним школьную программу: парниковые газы – это углекислый газ, метан, водяной пар и озон. Их выбросы в атмосферу – результат деятельности предприятий и каждого отдельного человека. Мы можем внести свой вклад в спасение планеты и всего живого на ней, сократив персональный углеродный след. Как уменьшить свой углеродный след. Уже сегодня можно сделать многое, чтобы улучшить климатическую ситуацию:

Ешьте меньше мяса. При производстве красного мяса в атмосферу выбрасывается огромное количество парниковых газов и используется много воды. Парниковые газы,

источники которых, в частности, коровы и овцы, пагубно сказываются на окружающей среде.

Отдавайте предпочтение сезонным и местным продуктам. Употребляя в пищу сезонные овощи, фрукты и продукты местного производства, вы сокращаете выбросы, которые производятся при их транспортировке.

Оставьте машину дома. Ходите пешком, езьте на велосипеде или на общественном транспорте так часто, как только можете.

Избегайте авиаперелетов, когда можете. Выберите альтернативный способ передвижения, например, поезд. Или отдохните там, куда не нужно лететь на самолете.

Отключайте электронику. Когда ваши устройства включены в розетку, они потребляют энергию, даже если не работают. Поэтому отключайте от питания бытовую технику и электронику, когда не используете их.

Выбирайте энергосберегающие устройства. Светодиоды потребляют гораздо меньше энергии, чем галогенные лампочки. Покупая новую бытовую технику, выбирайте наиболее энергоэффективные модели.

Выбирайте поставщиков газа и электроэнергии, использующих возобновляемые источники энергии. Переключитесь на поставщика, который стремится обеспечить чистый источник энергии для вашего дома.

Утеплите дом. Правильно утепленные чердак и стены помогут вам эффективно отапливать дом, избегая излишнего использования энергии.

Избегайте «быстрой моды». Дешевая одежда, которая быстро выходит из моды, портится и оказывается на свалке, создает огромное количество текстильных отходов. Пестициды, используемые в ее производстве, могут загрязнять сельскохозяйственные поля и водные источники. Также не забывайте о том, что на прилавки магазинов ваших городов эта одежда попадает издалека, а, значит, она оставляет «длинный» углеродный след при ее транспортировке.

Покупайте меньше. Выбирайте предметы лучшего качества, которые рассчитаны на длительный срок.

Покупайте у надежных компаний. Есть вещи, которые все мы вынуждены покупать регулярно. Например, туалетную бумагу. Выбирайте компании, которые пытаются сократить свой углеродный след. Внимательно относитесь к каждому продукту. Оцените углеродный след туалетной бумаги и покупайте у компаний, которые стремятся к экологичному производству.

А как же могут уменьшить свой углеродный след компании? В качестве примера давайте посмотрим на прогресс, достигнутый Zewa.

Чтобы понять, как можно уменьшить углеродный след при производстве, мы рассмотрим работу Zewa в качестве примера.

В Европе с 2011-го по 2019 год мы сократили углеродный след туалетной бумаги на 10%\* и на 19%\*\* для кухонных бумажных полотенец. Все благодаря совершенствованию производства, качественным волокнам и более умному дизайну продукта.

Что касается энергопотребления, компания стремится сократить выбросы парниковых газов от потребления энергии и электричества на производственных площадках на 25% к 2030 году по сравнению с базовым 2016 годом. Мы также сокращаем выбросы парниковых газов от ключевых видов сырья, транспортировки и отходов на 18%.

С помощью приобретенных в этой статье знаний об углеродных следах и о том, как компании и бренды, такие как Zewa, сокращают их, вы можете внести позитивные изменения и в свою и в общественную жизнь, чтобы помочь нашей планете.

## **Глава 3. Глобальное потепление**

### **3.1. Причины проблемы**

Климатическая система реагирует на изменения внешних воздействий, способных «толкать» климат в сторону потепления или похолодания. Одним из таких воздействий как раз-таки является изменение газового состава атмосферы (изменение концентрации парниковых газов).

Земля преобразует энергию падающего на неё видимого солнечного света в инфракрасное излучение, исходящее от Земли в космос. Парниковые газы затрудняют этот процесс, частично поглощая инфракрасное излучение и удерживая уходящую в космос энергию в атмосфере. Добавляя в атмосферу парниковые газы, человечество ещё больше увеличивает поглощение инфракрасных волн в атмосфере, что ведёт к росту температуры у поверхности Земли.

Парниковый эффект был обнаружен Жозефом Фурье в 1824 году и впервые был количественно исследован Сванте Аррениусом в 1896.

На Земле основными парниковыми газами являются: водяной пар (ответственен примерно за 36—70 % парникового эффекта, без учёта облаков), углекислый газ (CO<sub>2</sub>) (9—26 %), метан (CH<sub>4</sub>) (4—9 %) и озон (3—7 %). Азот (N<sub>2</sub>), кислород (O<sub>2</sub>) и любые другие газы, молекулы которых имеют строго симметричное распределение электрического потенциала, прозрачны для инфракрасного излучения и никакого значения для парникового эффекта не имеют. Особенностью водяного пара является способность конденсироваться и зависимость его концентрации в атмосфере от температуры воздуха, что придаёт ему свойство положительной обратной связи в климатической системе.

Около половины всех парниковых газов, получаемых в ходе хозяйственной деятельности человечества, остаётся в атмосфере. Около трёх четвертей всех антропогенных выбросов углекислого газа за последние 20 лет стали результатом добычи и сжигания нефти, природного газа и угля, при этом примерно половина объёма антропогенных выбросов углекислоты связывается наземной растительностью и океаном. Бóльшая часть остальных выбросов CO<sub>2</sub> вызвана изменениями ландшафта, в первую очередь вырубкой лесов, однако скорость связывания наземной растительностью углекислого газа превосходит скорость его антропогенного высвобождения вследствие сведения лесов. По данным МГЭИК ООН, до трети общих антропогенных выбросов CO<sub>2</sub> являются результатом обезлесения. Около четверти всех парниковых газов образуется из-за сельскохозяйственной деятельности.

### **Влияние богатых**

По данным Oxfam и Stockholm Environment Institute за 2015 год, на 10 % наиболее состоятельных людей в мире приходится 50 % выбросов CO<sub>2</sub>, при этом 15 % выбросов приходится на 1 % самых богатых, что примерно в два раза превышает выбросы, приходящиеся на долю 50 % из нижней части шкалы доходов (7 % выбросов). При этом негативные последствия выбросов CO<sub>2</sub> наиболее сильно воздействуют на бедную часть мирового населения.

#### **Твердые аэрозольные частицы и сажа**

Как минимум с начала 1960-х годов и, по крайней мере, до 1990 года наблюдалось постепенное уменьшение количества солнечного света, достигающего поверхности Земли. Это явление называют *глобальным затемнением*. Главной его причиной являются пылевые частицы, попадающие в атмосферу при вулканических выбросах и в результате производственной деятельности. Наличие таких частиц в атмосфере создаёт охлаждающий эффект, возникающий благодаря их способности отражать солнечный свет. Два побочных продукта сжигания **ископаемого топлива** — CO<sub>2</sub> и аэрозоли — на протяжении нескольких десятилетий частично компенсировали друг друга, уменьшая эффект потепления в этот период.

Радиационное воздействие аэрозольных частиц зависит от их концентрации. При сокращении выбросов частиц снижение концентрации предопределяется их временем жизни в атмосфере. Углекислый газ имеет время жизни в атмосфере, измеряемое столетиями, таким образом, изменение концентрации аэрозолей способно дать лишь временную отсрочку потеплению, вызываемому CO<sub>2</sub>.

**Мелкодисперсные частицы углерода** - сажа по своему влиянию на рост температуры уступают только CO<sub>2</sub>. Их воздействие зависит от того, находятся ли они в атмосфере или на поверхности земли. В атмосфере они поглощают солнечную радиацию, нагревая воздух и охлаждая поверхность. В изолированных районах с высокой концентрацией сажи, например, в сельских районах Индии, до 50 % потепления у поверхности земли маскируется облаками из сажи. При выпадении на поверхность, особенно на ледники или на снег и лёд в Арктике, частицы сажи приводят к нагреву поверхности за счёт снижения её отражательной способности.

Кроме непосредственного воздействия путём рассеивания и поглощения солнечной энергии, аэрозольные частицы служат центрами конденсации влаги, способствуя формированию облаков из большого количества мелкодисперсных капель. Такие облака сильнее отражают солнечный свет, чем облака из более крупных капель. Эта роль аэрозольных частиц сильнее выражена в отношении облаков над морем, чем над сушей. Косвенные эффекты аэрозолей представляют собой самый большой источник неопределённости в оценке различных видов радиационных воздействий. Влияние аэрозольных частиц географически неравномерно, оно наиболее выражено в тропиках и субтропиках, особенно в Азии.

#### **Изменение солнечной активности**

Светимость Солнца и его спектр изменяются на временных интервалах от нескольких лет до тысячелетий. С 1978 года солнечная активность измеряется с помощью спутников, для более ранних периодов она рассчитывается с использованием косвенных индикаторов. Изменения в солнечной радиации оказывают влияние на климат Земли среди множества прочих факторов.

Изменения в общей солнечной радиации слишком малы для прямого измерения с помощью технологий, которые были доступны до начала спутниковой эры. Общая светимость Солнца в течение последних трёх 11-летних циклов солнечной активности изменяется с амплитудой примерно 0,1 %, или около 1,3 Вт/м<sup>2</sup>, за время прямых измерений имеется незначительный отрицательный тренд. Количество солнечной энергии, получаемой на внешней границе атмосферы Земли, в среднем составляет 1361 (по более старым оценкам — 1366) Вт/м<sup>2</sup>. Прямых измерений светимости за более ранний период не существует, интерпретации косвенных индикаторов в научной литературе заметно отличаются. В целом доминирует мнение, что интенсивность солнечного излучения, достигающего Земли, в течение последних 2000 лет была относительно постоянной, с вариациями примерно 0,1—0,2 %. Вариации светимости Солнца, вместе с вулканической деятельностью, предположительно, способствовали изменению климата в прошлом. Чтобы объяснить нынешнее изменение климата, эти вариации слишком слабы. В последние десятилетия их влияние незначительно по величине и направлено в сторону похолодания.

Другим аргументом против Солнца как возможной причины нынешнего потепления является распределение температурных изменений в атмосфере. Модели и наблюдения показывают, что потепление в результате усиления парникового эффекта приводит к нагреву нижних слоев атмосферы (тропосферы) и одновременному охлаждению её верхних слоев (стратосферы). Если бы потепление было результатом воздействия Солнца, повышение температуры наблюдалось бы и в тропосфере, и в стратосфере.

### **3.2. Последствия**

Воздействие глобального потепления на окружающую среду является широким и далеко идущим. Оно включает в себя следующие разнообразные эффекты.

Природные катаклизмы: повышение глобальной температуры приведёт к изменениям в количестве и распределении атмосферных осадков. Атмосфера становится более влажной, выпадает больше дождей в высоких и низких широтах, и меньше — в тропических и субтропических регионах. В результате могут участиться наводнения, засухи, ураганы и другие экстремальные погодные явления. Потепление должно, по всей вероятности, увеличивать частоту и масштаб таких событий[88]. По мнению одних исследователей, увеличение температуры морской воды может приводить к увеличению энергии ураганов, по мнению других — «эмпирические данные не указывают на увеличение частоты формирования более мощных циклонов».

Волны тепла и другие погодные состояния: частота событий чрезвычайно жаркой погоды по сравнению с десятилетиями до 1980 года увеличилась приблизительно в 50 раз. Сорок лет назад чрезвычайная летняя жара, как правило, затрагивала 0,1 — 0,2 % поверхности земного шара, сегодня около 10 %, прогнозируется дальнейший рост[90]. Ярким примером может служить лето 2010 года в европейской части России.

Уменьшение дней «благоприятной» погоды: исследователи определяют её границы температурой 18 °С — 30 °С, осадками не более 1 мм в сутки и невысокой влажностью, с точкой росы ниже 20 °С. В среднем на Земле «благоприятная погода» удерживается 74 дня в году, из-за глобального потепления произойдёт уменьшение этого показателя.

**Защеление океана** - увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере привело к увеличению растворенного CO<sub>2</sub> в морской воде и, следовательно, повышению кислотности океана, измеряемой по более низким значениям. Защеление океана угрожает коралловым рифам, рыболовству, охраняемым видам и другим природным ресурсам, представляющих ценность для общества.

Долгосрочные последствия глобального потепления: в рамках столетий и тысячелетий масштабы глобального потепления будут определяться, в первую очередь, антропогенными выбросами CO<sub>2</sub>. Это связано с очень долгим временем жизни углекислого газа в атмосфере. Вызванные потеплением воды в океане, таянием вечной мерзлоты на дне океана или выделением газовых гидратов подводные оползни могут стать причинами цунами.

Резкое изменение климата может происходить внезапно и быть необратимыми. Примерами резких изменений климата являются быстрое высвобождение метана и углекислого газа из вечной мерзлоты, что приведет к усилению глобального потепления.

Другим примером является возможность замедления или прекращения циркуляции атлантических меридиональных течений. Это может вызвать охлаждение в Северной Атлантике, Европе и Северной Америке. Это особенно повлияет на такие районы, как Британские острова, Франция и страны Северной Европы, которые нагреваются Северо-Атлантическим течением.

Таяние арктических льдов, повышение уровня моря, отступление ледников: глобальное потепление привело к десятилетиям сокращения и истончения арктического морского льда. Сейчас он находится в опасном положении и уязвим для атмосферных аномалий. Прогнозы сокращения арктического морского льда отличаются друг от друга. Последние прогнозы предполагают, что Арктика может быть свободной ото льда (определяется как протяженность льда менее 1 миллиона км<sup>2</sup>) в летний период уже в 2025—2030 годах. По оценкам, повышение уровня моря с 1993 года составляло в среднем

от 2,6 мм до 2,9 мм в год  $\pm$  0,4 мм. Кроме того, повышение уровня моря ускорилось за период наблюдений с 1995 по 2015 год. Сценарий МГЭИК с высоким уровнем эмиссии предполагает, что в течение XXI века уровень моря в среднем может вырасти на 52-98 см.

### **3.3. Таяние ледников**

Одно из последствий глобального потепления.

Средняя температура Земли почти дошла до 15 °С, и это самый высокий показатель за 3 миллиона лет. Каждый день тает больше 1 млн т льда — для сравнения, потопивший «Титаник» айсберг оценивают «всего» в 75 тыс. т. Все это чревато ураганами, наводнениями, затоплением городов и стран, резким спадом сельского хозяйства и другими экономическими убытками. «Ледниковым вопросом» занимаются ученые-гляциологи. Они изучают особенности ледников и процессы, которые ведут к их таянию или заморозке. Посмотрим, что говорят последние исследования.

Арктика может остаться без ледяного щита. Арктический регион расположен между Северным полюсом и Северным полярным кругом. Он простирается на территории восьми государств, в том числе России. Страны регулярно собираются на Арктический совет и разрабатывают стратегии по сохранению региона, но ситуация с ледниками все равно тревожная — они тают даже быстрее, чем предсказывали ученые. По словам учёных, даже небольшое таяние морского льда в Арктике меняет циркуляцию в океане и атмосфере — и последствия мы буквально ощущаем на себе. Так было летом 2019 года, когда россияне в июле кутались в пальто, а во Франции люди страдали от аномальной жары.

#### **Ледники Гренландии вызовут массовую миграцию.**

**Гренландия** — второй на планете после Антарктиды ледяной щит. По площади он больше, чем Франция, Испания и Германия вместе взятые. Исследования показывают, что через 200 лет тающий щит повысит уровень Мирового океана на 48–160 см. А уже к концу XXI века могут быть затоплены не только ближайшие к арктическому побережью объекты инфраструктуры, но и целые города. По подсчетам ученых, это представляет угрозу для 400 млн людей. Тающие ледники не так далеко, как кажется, — 70% населения Земли проживают в пределах 160 км от побережья, а значит, зависят от уровня Мирового океана. Если весь лед на полюсах и горных вершинах растает, под водой окажется значительная часть Европы, включая Санкт-Петербург. На более оптимистичный сценарий пока рассчитывать не приходится: в 2020 году сотрудники Центра полярных и климатических исследований им. Берда подтвердили, что ледники Гренландии прошли точку невозврата. Это значит, что люди уже не смогут повлиять на повышение уровня Мирового океана — только смягчить последствия и подготовиться к миграции.

**Исландия** хоронит свои ледники. Исландия в переводе означает «страна льдов», но с каждым годом территория все меньше соответствует названию. Так, в августе 2019 года здесь официально похоронили ледник Окйокуль. Площадь соседних ледников также уменьшается, и через 200 лет ожидается полная «разморозка» острова. **Антарктика тоже тает.**

**Антарктика** — это южная полярная область Земли, в состав которой входят континент Антарктида и акватории прилегающих океанов с островами. Ледяной щит здесь даже больше, чем в Гренландии (4 500 м против 3 000 м), а значит, его таяние грозит еще большим подъемом уровня воды в Мировом океане. Научные исследования и международное сотрудничество в регионе поощряет Договор об Антарктике.

В **Альпах** две трети ледников растают к концу века. По прогнозам швейцарских ученых, ледовые запасы Альп уменьшатся на 50% к 2050 году, а к 2100 году растает как минимум две трети — примерно 2 667 из 4 000 ледников. Исчезнуть может даже внесенный в список Всемирного наследия ЮНЕСКО Аалечский ледник, самый обширный и протяженный в Европе.

**Перито-Морено — ледник, который выживает.**

Ледник Перито-Морено в аргентинской Патагонии — третье по величине пресноводное хранилище после Антарктики и Гренландии. В отличие от большинства «собратьев», он почти не меняет своего положения. Ученые не могут точно сказать, почему, — возможно, дело в крутом угле наклона, который делает ледник устойчивым. Каждые несколько лет появляются новости, что Перито-Морено «взорвался», «сломался», «рухнул в озеро» — но это не значит, что он растаял. В озеро падает не весь ледник, а только ледяная арка, и этот момент надеются застать тысячи туристов.

Теплая вода размывает самый важный ледник «Самый важный в мире», «самый опасный», «ледник судного дня» - все это антарктический ледник **Туэйтса**, который по размерам примерно равен Великобритании. Исследование 2020 года показало, что на его таяние уже приходится 4% повышения уровня Мирового океана каждый год и процесс только усиливается из-за теплого водного слоя в основании.

Горные ледники ведут себя неоднозначно. Запасы льда есть не только в Арктике и Антарктике. По словам гляциолога Павла Лысенка, горные ледники заслуживают не меньшего внимания, так как непосредственно влияют на жизнь людей.

В Азии нашли ледниковую аномалию. С 1975 по 2019 год ледники в Гималаях потеряли четверть массы и продолжают таять. Самые высокие горные вершины по-прежнему покрыты снегом и льдом, но на высоте от 5 000 до 5 500 м уже появилась растительность — ранее это считалось невозможным из-за низких температур. Ученые

предсказывают, что к 2100 году в Гималаях исчезнет от трети до половины всего льда. Гималайские ледники питают семь крупных рек Азии и тем самым обеспечивают водоснабжение для 2 млрд людей. Их исчезновение вызовет нехватку воды в Индии, Китае, Бангладеш, Пакистане и ряде других стран. Значительно сократится сельское хозяйство: рис, пшеницу и сахарный тростник будет сложно выращивать без талых вод. А прорывы ледниковых озер приведут к наводнениям и затоплению населенных пунктов.

Нельзя утверждать, что тают абсолютно все ледники на планете. Но рост некоторых из них — исключение, а не позитивная тенденция. Основные ледяные запасы находятся в Арктике и Антарктике и неуклонно уменьшаются. Поэтому ученые выдвигают самые разные идеи по их спасению: восстановление льдов Арктики и Антарктики с помощью ветряных насосов и перекачивания воды на поверхность, где она будет быстрее замерзать; подводные лодки для производства айсбергов, которые будут погружаться на глубину океана, собирать морскую воду, фильтровать ее от солей и замораживать в шестиугольные куски льда. Их предлагается стыковать с естественными льдинами или забрасывать под ледник; белые одеяла для укрытия ледников, которые должны отражать солнечный свет и замедлять процессы таяния. Внести свой вклад в борьбу с глобальным потеплением может каждый.

## Заключение

В ходе выполнения исследовательского проекта были выполнены поставленная цель и все задачи.

На основе проведённой работы можно сделать следующие выводы.

Большинство людей не задумываются о проблеме рационального использования природных ресурсов, несмотря на их значимость и их ограниченное существование. Тем самым вредя природе, которая ещё пригодится будущим поколениям такой какая она есть сейчас, пригодной для жизни. И от того, что с ней происходит, во многом, если не полностью, зависит и будущее всего человечества. Увы, большинство из нас к проблемам сохранения окружающей среды относится весьма отстраненно, по принципу: «А что я могу сделать? Есть государство, есть общественные организации — у них реальная власть и возможности, вот пусть этим и занимаются». Не стоит надеяться на правительство и фонды и думать, что вопросы сохранения окружающего мира — это чья-то чужая забота. Ни один закон, ни одна общественная организация не смогут добиться результатов, пока каждый из нас не изменит культуру поведения, пока мы не поймем, что эта планета нам не чужая и другой у нас нет и не будет.

Самым дешёвым и доступным каждому из нас источником энергии и экономии природных ресурсов является простое энергосбережение

Чтобы сохранить природу нужны не только действия крупных компаний, прежде всего стоит начать с себя и сокращать свой собственный углеродный след каждый день.

## **Список используемых источников**

1. Как сократить углеродный след - Zewa

<https://www.zewa.net/ru/semeynaya-zhizn/organizaciya-v-dome/что-такое-углеродный-след/>

2. Углеродный след

<https://wwf.ru/what-we-do/green-economy/ecological-footprint/>

3. Режим разморозки: что происходит с ледниками по всему миру

<https://trends.rbc.ru/trends/green/60c368e59a794752b23a2d9b>