

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Маслянинская средняя общеобразовательная школа №1
р.п. Маслянино Новосибирской области

“Большие вызовы”

***Расчет «карбонового следа» МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской
области и разработка мер по сокращению углеродного следа***

Практико-ориентированный (инженерный)

Автор:

Ляхов Федор 7 «б»

89184719450

Руководители:

Калашников

Никита Анатольевич

kalash77@inbox.ru

89199541326

Ляхова

Александра Валерьевна

aleksandria89@mail.ru

89529099189

р.п. Маслянино 2024

<p style="text-align: right;">Региональный координатор Неверова Анна Сергеевна</p> <p style="text-align: center;">ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ "ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И ЮНОШЕСТВА"</p> <p style="text-align: right;">методист научно-аналитического отдела nas@donso.su</p>	
Компания - заказчик	АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАУЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "СИРИУС"
Тип проекта	Практико-ориентированный (инженерный)
Описание проекта	Международное сообщество ставит амбициозные цели по достижению углеродной нейтральности и удержанию роста среднепланетарной температуры. В рамках данного проекта ребятам предлагается посчитать углеродный след своей школы в соответствии с имеющимися методиками, разобраться в том, как он формируется и от чего зависит, и разработать проект внедрения экономически эффективных мер по его сокращению. Другими словами, что может сделать моя школа и каждый из нас уже сейчас для того, чтобы производить меньше парниковых газов?
Проблема	Разработка практических принципов и конкретных действий по сокращению углеродного следа в отдельно взятом образовательном учреждении
Планируемый результат	1. Применяя расчетные методики определить косвенные характеристики углеродного следа, оставляемого отдельным образовательным учреждением.
Направление СНТР	Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение

	систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания
Предметы	Социальные науки, Экология, Биология, Химия
Цель	Содействие пониманию проблем, связанных с изменением климата, привлечение внимания к вопросам ресурсосбережения, практическое участие школьников в снижении «углеродного следа» МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области
Задачи	Задачи: 1) Познакомиться с литературой по теме проекта. 2) Рассчитать среднее значение «Углеродного следа» школы. 3) Внедрить мероприятия по снижению «Углеродного следа»
Гипотеза	«Углеродный след» можно уменьшить. Это дело каждого из нас. Снижение «углеродного следа» приведёт к стабилизации климата на планете, нормализации экологической обстановки, ослабит влияние вредных факторов на здоровье населения.

Содержание:

Введение.....	5
1.Литературный обзор.....	7
1.1Что такое «углеродный след»?.....	7
1.2 Углеродный и экологический след человечества.....	7
1.3 Чем опасен высокий углеродный след.....	9
1.4 Как снизить интенсивность углеродного следа в России и мире.....	10
1.5 Отражение проблемы углеродного следа в законодательстве.....	11
1.6 Как рассчитать углеродный след.....	11
2.Материалы и методы.....	13
3.Собственные исследования.....	14
3.1 Расчет углеродного следа организации МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области.....	16
3.2 Меры по снижению косвенных энергетических выбросов МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области 2023-2024г.....	19
4.Выводы.....	21
5.Литературный источник.....	23
Приложение	24

Введение

Первое, что мы можем сделать по отдельности и как сообщества, такие как школа, университет или церковь, — это сократить потребление энергии. Проведите энергетический аудит или измерьте наш углеродный след, используя бесплатные, простые и дешевые онлайн-калькуляторы углерода. Получите список способов, с помощью которых мы можем перестать тратить столько энергии и сэкономить деньги.

Кэтрин Хейхо

За словами «углеродный след» скрывается целый спектр веществ, оказывающих корродирующее воздействие на здоровье человека. Под ударом прежде всего сердечно-сосудистая система и органы дыхания. Трансформация погодных условий, засухи, пожары и наводнения в ряде регионов; изменение поведения и численности многих популяций животных и рыб — все это станет печальной реальностью, если не предпринять ряд усилий уже сейчас.

Источников, загрязняющих воздух, много, в их числе – энергетика, промышленность, транспорт, сельское хозяйство, так как из-за использования удобрений образуется закись азота и выбросы в атмосферу углекислого газа. Все эти источники и составляют парниковый эффект, который не дает возможности тепловому излучению Земли уходить в космос, способствуя ее нагреванию и в итоге – глобальному потеплению. Чем больше парниковый эффект, тем выше уровень углеродного следа.

В пятерку стран, сильнее всех загрязняющих атмосферу, входят Китай, США, Евросоюз, Индия и Россия. Средний углеродный след каждого жителя Земли составляет 4 тонны углекислого газа эквивалентно в год, и это очень тревожная цифра.

Чистая планета – выбор каждого человека. Любую человеческую деятельность или производство продукта сопровождает углеродный след. Например, одежду производят на фабрике, работающей на электричестве от сжигания ископаемого топлива (по статистике, чаще всего угля, газа или мазута). Производство продуктов питания также сопряжено с выбросами. Как и их доставка в магазины — большая часть транспорта использует углеводородное топливо. Для отопления и освещения жилья также сжигают нефтепродукты, газ или уголь, а мусор отправляют на свалки, где он образует метан, либо его сжигают, во время чего выделяется CO₂.

Мне очень близка и понятна амбициозная цель которую ставит международное сообщество по достижению углеродной нейтральности и удержанию роста среднепланетарной температуры. Наша семья считает данный вопрос очень актуальным, поэтому, когда мы строили дом в первую очередь думали о природосбережение, выбор упал на геотермальное отопление. Такой вариант альтернативной энергии не создает выбросов в атмосферу углекислого газа. Поэтому я решил не останавливаться только на опыте своей семьи и моей целью стало содействие пониманию проблем, связанных с изменением климата, привлечение внимания к вопросам ресурсосбережения, практическое участие школьников в снижении «углеродного следа» МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Познакомиться с литературой по теме проекта.
- 2) Рассчитать среднее значение «Углеродного следа»

ученика, класса и школы.

3) Внедрить мероприятия по снижению «Углеродного следа»

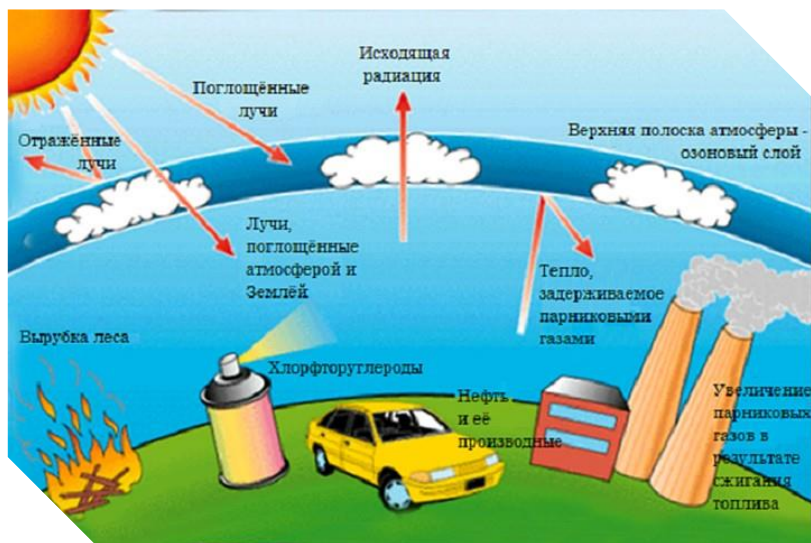
Я верю в то что в руках каждого из нас формировать, укреплять и распространять тренд на осознанное потребление, как главное эффективное средство по сокращению углеродного следа.

1. Литературный обзор

1.1 Что такое «углеродный след»?

Углеродный след – это суммарные выбросы всех парниковых газов, которые оставляет человек, пользуясь энергетическими ресурсами или совершая покупки.

Углекислый газ – основной парниковый газ, влияющий на изменение климата. Его выделяют промышленные и сельскохозяйственные предприятия, электростанции, транспорт. Значит, снижая ежедневные расходы энергии и ресурсов, можно сократить выбросы и помочь планете.



Впервые вопрос о влиянии углеродного следа на климатические изменения был поднят в 1992 г. на саммите ООН в Рио-де-Жанейро. В 1997 г. Был принят Киотский протокол с целью сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу Земли для противодействия глобальному потеплению. Главной целью соглашения было стабилизировать уровень концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему планеты

1.2 Углеродный и экологический след человечества

«Углеродный след» (Carbon Footprint) — совокупность выбросов всех парниковых газов, произведенных человеком, организацией, мероприятием, продуктом, городом, государством прямо или косвенно.

Для удобства подсчета и восприятия все парниковые газы пересчитывают в эквивалент CO₂, то есть рассчитывают, какое количество CO₂ (в тоннах) дает такой же парниковый эффект, который производит определенное количество тонн того или иного газа. Поэтому часто углеродный след указывают в тоннах эквивалент - CO₂ (или CO₂-экв.). Собственно CO₂ составляет около 75% от всех антропогенных выбросов парниковых газов (исключая главный на Земле парниковый газ — водяной пар, концентрация которого в атмосфере не имеет тенденции к изменениям). Углеродный след состоит из двух составляющих — прямых и косвенных выбросов.

Прямые выбросы — это количество CO₂ или других парниковых газов, которое выбрасывается в атмосферу непосредственно на территории того или иного производства или домашнего хозяйства, главным образом, при сжигании ископаемого топлива — угля, газа, нефтепродуктов.

Прямой углеродный след производства — это сколько парниковых газов было выброшено именно в процессе деятельности завода или фабрики. Обычно в него включают и так называемые энергетические косвенные выбросы — потребленное предприятием тепло и электроэнергию, хотя они выработаны за его пределами.

Углеродный след — наиболее значимая в наши дни и стремительно растущая составляющая общего воздействия человека на природу. Оно рассчитывается с помощью всеобъемлющей системы оценки использования человеком ресурсов окружающей среды, называемой «экологический след» (Ecological Footprint).

В мире величины антропогенных выбросов других парниковых газов, кроме CO₂, известны гораздо хуже и менее точно, чем выбросов CO₂ при сжигании угля, газа и нефтепродуктов. Кроме того, относительно небольшая часть антропогенных выбросов CO₂, связанная с лесными пожарами, разложением торфа и отходов, тоже известна гораздо менее точно, чем выбросы при сжигании ископаемого топлива в энергетике, промышленности, транспорте, ЖКХ и других отраслях экономики. Поэтому очень часто для расчета углеродного следа используют только эту наиболее точно известную составляющую выбросов CO₂. Ориентировочно она составляет 2/3 всего углеродного следа человечества.

«Экологический след» выражает потребление человечеством продукции и услуг экосистем через площадь биологически продуктивных территорий и акваторий, которая необходима для воспроизводства возобновляемых ресурсов, потребляемых человеком, и поглощения антропогенных выбросов CO₂. Он представляет собой инструмент, позволяющий сопоставлять потребности человечества в ресурсах биосферы и способность биосферы к их воспроизводству, которая определяется понятием «биоемкость». Единицей измерения как биоемкости, так и «экологического следа» служит «глобальный гектар» (гга)[1] — условная единица, представляющая собой среднемировую биологическую продуктивность 1 га. Поскольку мировая торговля носит глобальный характер, «экологический след» отдельного человека или страны может включать участки территории или акватории во всем мире.

При расчете «экологического следа» учитываются три вида площадей — необходимых человеку территорий нашей планеты.

Во-первых, площадь территорий и акваторий, необходимых для производства возобновляемых ресурсов, используемых человеком (сюда относят пастбища, леса, пашни и рыбопромысловые зоны).

Во-вторых, площадь территорий, занятых инфраструктурой (включает транспортную инфраструктуру, жилую застройку, промышленные сооружения и водохранилища ГЭС и др.).

В-третьих, делается расчет площади территории суши, необходимой для компенсации производимых человеком выбросов парниковых газов (в настоящее время учитываются только выбросы CO₂ от сжигания ископаемого топлива). При этом делается три шага. На первом шаге из данных выбросов CO₂ (в млрд т/год) вычитается часть, которая поглощается Мировым океаном, — примерно треть. Далее вычисляется средняя

способность лесов мира поглощать CO₂ (в т/га). На третьем шаге количество CO₂, оставшееся после частичного поглощения океаном, делится на среднюю поглощающую способность — получается значение параметра углеродного следа в млрд га. Чтобы подчеркнуть, что это не обычные, а особым образом рассчитанные гектары, добавляется слово «глобальный» - гга.

Таким образом, углеродный след представляет собой оценку площади лесов со среднемировыми характеристиками, необходимой для поглощения той части выбросов CO₂ от сжигания ископаемого топлива, которая не была поглощена океанами.

1.3 Чем опасен высокий углеродный след

1. Истощается озоновый слой на полюсах

Это провоцирует активное таяние льдов и повышение уровня воды Мирового океана. Пресной воды становится меньше. А половодья, наводнения и прочие катаклизмы, связанные с водой, приобретают все более разрушительную силу. Из-за таяния ледников представители местного животного мира вынуждены мигрировать, изменять привычный ареал обитания, искать новые источники пропитания.

2. Угроза для локальных экосистем

В первую очередь, для флоры и фауны. Последствий тут много, и закономерности могут быть очень неожиданными. Если объяснять совсем просто, то животному и растительному миру становится сложно существовать в привычных ареалах обитания. Например, дендрологи отмечают, что дачники и садоводы Подмосковья всегда искали морозостойкие деревья (4). Но теперь впору присматриваться к лесостепным растениям, которые из-за изменения климата будут лучше выживать в климате Центральной России. Например, растения с Дальнего Востока вполне неплохо себя чувствуют в Московской области, хотя казалось бы — расстояние тысячи километров. Но так было не всегда и это не совсем нормально.

3. Вред для здоровья человека

За словами «CO₂-эквивалент» скрывается целый спектр веществ, оказывающих корродирующее воздействие на здоровье человека. Под ударом прежде всего сердечно-сосудистая система и органы дыхания.

4. Изменение экономических цепочек

Климатические изменения, спровоцированные значительными выбросами CO₂ в атмосферу, приведут к трансформации или даже частичному разрушению существующих производственных и логистических цепочек.

5. Глобальное изменение климата

Трансформация погодных условий, засухи, пожары и наводнения в ряде регионов; изменение поведения и численности многих популяций животных и рыб — все это станет печальной реальностью, если не предпринять ряд усилий уже сейчас.

1.4 Как снизить интенсивность углеродного следа в России и мире

Чтобы в России пошел тренд на снижение углеродного следа необходимо предпринять ряд глобальных мер:

- Создавать программы поддержки возобновляемых источников энергии.
- Начать применять технологии улавливания и захоронения парниковых газов.
- Вести добровольный учет выбросов парниковых газов.
- Создавать инициативы по сокращению углеродного следа.

Компании и организации могут внедрять меры, направленные на сокращение своего углеродного следа. В первую очередь — это модернизация предприятия с целью повышения энергоэффективности производства, переход на возобновляемые источники энергии или менее углеродоемкие виды топлива (например, с угля на природный газ). Также важно предотвращение вывоза на свалки органических отходов (чтобы не допустить выбросов метана от разложения), внедрение переработки отходов, совершенствование логистики (например, отдавать предпочтение поездам, а не автомобилям), покупка сырья и продукции у местных поставщиков, улавливание и хранение CO₂.

Существуют и меры компенсации углеродного следа. Компании могут приобретать квоты на выбросы у других компаний, которые смогли сократить свои выбросы ниже установленных лимитов; инвестировать в проекты по снижению выбросов, например, в возобновляемые источники энергии. У российских компаний компенсационные проекты часто связаны с посадками леса. Такие проекты всегда долгосрочные, рассчитаны на десятилетия. За это время деревья могут сгореть в пожарах, погибнуть от засухи или отсутствия должного ухода. Как правило, лесопосадками компенсируют небольшой объем косвенных выбросов, которого невозможно избежать (приобретенные товары и услуги, цепочки поставок, поездки сотрудников на работу и т. д.).

Один из вариантов компенсации — через сертификаты, которые выдаются специализированными организациями. Деньги, полученные от продажи сертификатов, направляются на финансирование проектов по снижению выбросов парниковых газов.

Компании, которые оперативно перестроят свой бизнес с учетом климатической повестки, потенциально могут привлечь инвестиции в технологическую модернизацию, успешнее конкурентов реализовывать свою продукцию как зеленую, выйти на новые товарные рынки и привлечь международных партнеров для низкоуглеродных проектов.

1.5 Отражение проблемы углеродного следа в законодательстве

О необходимости декарбонизации экономики говорится сегодня на самых высоких уровнях. Следовательно, есть вероятность, что нормативная база будет расширяться достаточно динамично. Перечислим основные опорные документы.

-Постановление Правительства Российской Федерации от 20.04.2022 № 707 «Об утверждении Правил представления и проверки отчетов о выбросах парниковых газов, формы отчета о выбросах парниковых газов, Правил создания и ведения реестра выбросов парниковых газов и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

-Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» от 02.07.2021 296-ФЗ (7) обязует организации предоставлять отчет о выбросах парниковых газов, масса которых эквивалентна 150 и более тысячам тонн углекислого газа в год за период до 1 января 2024 года или 50 и более тысячам тонн углекислого газа в год за период с 1 января 2024 года. Остальные компании вправе предоставлять эту отчетность на свое усмотрение.

-ряд приказов Минприроды (например, от 27.05.2022 N 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов»).

-ГОСТ Р 56267-2014 «Газы парниковые».

С 2022 года начал действовать реестр углеродных единиц, которые в дальнейшем можно будет зачесть в сокращение собственного углеродного следа или продать. Углеродное регулирование продолжает развиваться, но углеродное ценообразование пока не применяется.

1.6 Как рассчитать углеродный след

Расчет углеродного следа — важная задача для ответственных организаций. Во многих странах необходимо отчитываться о выбросах парниковых газов и платить углеродный налог. К тому же из-за всеобщего тренда на экологичность, чтобы оставаться востребованными, организации или производители продуктов показывают данные о сокращении выбросов и включаются в «зеленые» инициативы. Так каждый покупатель при выборе товаров может сделать выбор в пользу того продукта, который нанес меньше вреда природе.

Распространенной методикой оценки и учета углеродного следа, является «Протокол по выбросам парниковых газов» (GHG Protocol). Он позволяет определить углеродный след как общее количество выбросов парниковых газов, произведенных в результате деятельности организации. В протоколе три области охвата: прямые источники выброса парниковых газов и два вида косвенных. Если совсем просто, то подсчитывают углеродный след непосредственно от производства продукта и других направлений в составе компании, которые прямо не участвуют в технологическом процессе (например, доставка), но без них бизнес существовать не может.

Существует методика оценки углеродного следа ISO 14067:2018 «Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification». Российский аналог — ГОСТ Р 56276–2014/ISO/TS 14067:2013 «Газы парниковые. Углеродный след продукции» — был введен в действие в 2016 году.

Поскольку тема не новая, научное сообщество давно подсчитало конкретные значения углеродного следа для энергоносителей, обработки определенных материалов (например, выплавки стали). На русском языке одно из пособий, где есть эти таблицы, — от Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Рассчитать собственный углеродный след можно с помощью онлайн калькуляторов. Например, от экологов-любителей. Однако результат будет примерным. Ибо полное уравнение расчета углеродного следа человека включает слишком много переменных. Начиная от того, что мы, как правило, меняем место жительства на протяжении жизни, пользуемся разным транспортом и меняем ежедневную продуктовую корзину.

2.Материалы и методы

Данный проект был заложен в период 2023-2024 года. В основе работы лежат данные по реализуемым мероприятиям по сокращению углеродного следа в образовательном учреждении. В ходе работы были проанализированы и обработаны литературные источники Маслянинской центральной библиотеки и посредством интернета ресурсов.

Ресурсы проекта: Персональный компьютер с доступом в интернет, доступ к хозяйственным документам организации МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области.

“Углеродный след” – это совокупность выбросов всех парниковых газов, прямо или косвенно произведенных человеком, организацией, продуктом, городом или государством. Он измеряется в метрических тоннах углекислого газа (СО₂). Углеродный след человечества составляет 55 млрд тонн СО₂-эквивалента в год. Парниковые газы – основная причина глобального изменения климата. Наша школа занимает площадь 4066,8 кв.м. , в ней обучается примерно 748 учащихся. В месяц школа потребляет 10000 кВт электроэнергии, 430 м³ воды, 29000 гкал теплоснабжения.

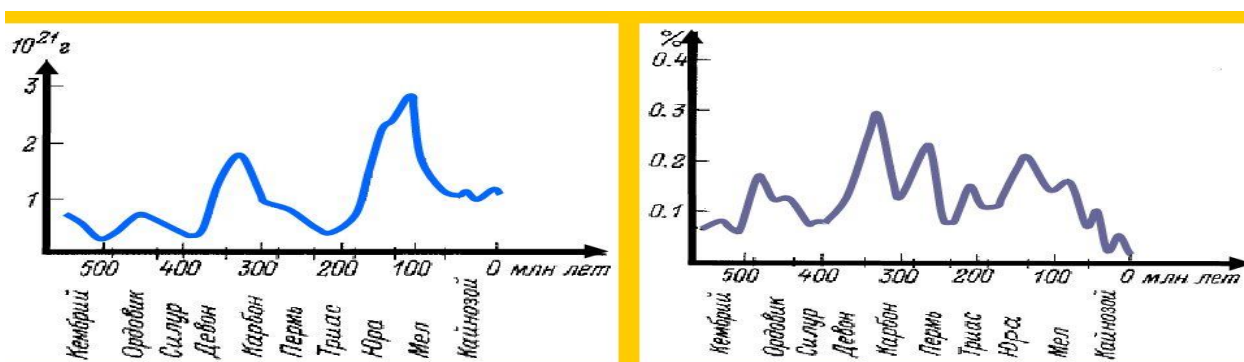
Этапы проекта:

1. Подготовительный этап.
Определение проблемы предполагаемого проекта: его задачи, тип.
2. Основной этап.
Осуществление мероприятий по сокращению «Углеродного следа»
3. Аналитический этап.
Анализ и подведение итогов.

3. Собственные исследования

Углекислый газ - это парниковый газ, не имеющий цвета, запаха и вкуса. Его естественными источниками является дыхание, вулканическая деятельность и разложение органических веществ (горение и гниение). Примером искусственных источников являются выбросы промышленных предприятий, в основном связанных с горением, а также сжигание топлива в автомобилях и самолетах. Содержание углекислого газа в воздухе измеряется в ppm. Вне города нормой является 400 ppm, а на шумной улице все 600, в жилом помещении может доходить и до 700.

Элемент углерода в простейшем виде постоянно осуществляет циркуляцию между сферами планеты и живыми организмами на ней. Будучи поглощенным растениями в форме CO_2 , в процессе фотосинтеза он превращается в простые сахара, которые затем становятся жизненно важными элементами в цепочке питания животных. Они же, в свою очередь, преобразуя за счет метаболизма полученные вещества, отдают углерод в атмосферу в виде соединения CO_2 . Также на состояние и количество углерода влияют геологические процессы. Попавший в почву углерод, превратившийся в горючее ископаемое (уголь, нефть, газ) на какое-то время исключается из дальнейшего круговорота углерода. Но как только человек производит их добычу и пускает дальше в потребление, при сжигании топливных веществ, углекислый газ возвращается в атмосферу в обильном количестве. Помимо атмосферы круговорот углерода происходит и в воде: там процесс носит более сложный характер. Связано это в первую очередь с тем, что проникновение углерода в воду значительно зависит от поступления кислорода в верхние слои океана. Общие показатели перемещаемого в Мировом океане углерода примерно вдвое меньше, чем на суше. Однако миграция углерода при этом регулярна, поэтому его уровень постоянно меняется и зависит от множества как естественных, так и антропогенных факторов. Все процессы круговорота углерода неотделимы друг от друга и всегда протекают параллельно. В природе нет четкой последовательности действий перемещения углерода, каждый из этапов протекает параллельно другому. Как видно из кривой CO_2 , характеризующей изменения массы углекислого газа, на протяжении большей части фанерозоя (примерно 450 млн лет) концентрация углекислого газа изменялась от 0,1 до 0,4 %.



Изменение массы кислорода в фанерозое

Изменение концентрации углекислого газа в фанерозое

Будыко М. И., Ронов А. Б., Янишин А. Л.
История атмосферы. Л., 1985. 207 с.

Резкие скачки концентрации углекислого газа в атмосфере мы наблюдаем в связи с появлением, развитием и распространением в биосфере определенных растений, а также с колебанием

вулканической активности. Дальнейшее пиковое повышение массы углекислого газа связано с антропогенной деятельностью. Солнце питает климат Земли, излучая энергию на очень коротких волнах, преимущественно в видимой или почти видимой (т.е. ультрафиолетовой) области спектра. Приблизительно треть солнечной энергии, достигающей верхних слоев атмосферы Земли, непосредственно отражается обратно в космос. Остальные две трети поглощает земная поверхность и, в меньшей степени, атмосфера. Чтобы уравновесить поглощаемую поступающую энергию, Земля должна в среднем излучать обратно в космос то же количество энергии. Поскольку Земля гораздо холоднее Солнца, она излучает энергию на гораздо более длинных волнах, преимущественно в инфракрасной области спектра. Большая часть этого теплового излучения, испускаемого сушей и океаном, поглощается атмосферой, в том числе облаками, и вновь излучается на Землю. Это явление называют парниковым эффектом. Стеклопленочные стенки парника уменьшают поток воздуха и повышают температуру воздуха внутри парника. Аналогичным образом, но при другом физическом процессе парниковый эффект на Земле нагревает ее поверхность. Без естественного парникового эффекта средняя температура на поверхности Земли была бы ниже точки замерзания воды. Таким образом, естественный парниковый эффект Земли делает жизнь, какой мы ее знаем, возможной. Вместе с тем, деятельность человека, главным образом сжигание ископаемых видов топлива и сведение лесов, значительно усилила естественный парниковый эффект, вызвав глобальное потепление. Самый важный парниковый газ – водяной пар, а второй по значению – углекислый газ (CO₂). Метан, закись азота, некоторые другие газы, присутствующие в атмосфере в небольших количествах, также способствуют парниковому эффекту. На концентрацию парниковых газов в атмосфере влияют, главным образом, океаны и живые существа. Один из первых примеров этого – поглощение растениями углекислого газа из атмосферы и преобразование его (и воды) в углеводы посредством фотосинтеза. В индустриальную эпоху деятельность человека способствовала увеличению выбросов парниковых газов в атмосферу, в основном из-за сжигания ископаемых видов топлива и сведения лесов. Увеличение выбросов парникового газа, такого как CO₂, в атмосферу усиливает парниковый эффект, нагревая таким образом климат Земли. Степень потепления зависит от разных механизмов обратной связи. Выбросы различных газов антропогенного происхождения продолжают увеличиваться, и это неизбежно повлечет за собой быстрое изменение состава атмосферы. Скорость выброса CO₂ увеличивается на 1-2% в год. Рост эмиссии метана, в первую очередь связан с развитием сельскохозяйственного производства, что обусловлено ростом численности населения Земли, так же с увеличением использования ископаемого топлива. Рост производства фреонов же, возможно замедлить или прекратить, для снижения ущерба, причиняемого стратосферному озоновому слою (Будыко и др., 1991 г.). Среди других важных механизмов обратной связи – облака. Облака эффективно поглощают инфракрасное излучение и, следовательно, вызывают значительный парниковый эффект, нагревая таким образом Землю. Они также активно отражают поступающую солнечную радиацию, таким образом охлаждая Землю. Изменение практически любой характеристики облаков влияет на степень, в которой они нагревают или охлаждают Землю. Некоторые изменения усиливают потепление, а некоторые ослабляют его. Проводится много исследований, направленных на то, чтобы лучше понять, как именно облака изменяются в ответ на потепление климата и как эти изменения влияют на климат через различные механизмы обратной связи.

3.1 Расчет углеродного следа организации МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области

Наша школа занимает площадь 4066,8 кв.м. , в ней обучается примерно 748 учащихся. В месяц школа потребляет 10000 кВт электроэнергии, 430 м3 воды, 29000 гкал теплоснабжения. Подсчеты были проведены с помощью онлайн- карбонового калькулятора.

Основой расчета служит следующая нормативная документация:

- Приказ Минприроды России от 29 июня 2017 года №330 «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема косвенных энергетических выбросов парниковых газов»
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27 мая 2022 года №371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» (действует с 1 марта 2023 года)

Количественное определение объема косвенных энергетических выбросов может осуществляться региональным и рыночным методами.

Региональный метод количественного определения косвенных энергетических выбросов отражает среднюю интенсивность выбросов парниковых газов на объектах, генерирующих электрическую и тепловую энергию, которая потребляется организацией. При данном методе применяются региональные коэффициенты косвенных энергетических выбросов, рассчитанные организацией на основе статистических данных о потреблении топлива и об объемах отпущенной электрической и тепловой энергии от всех внешних генерирующих объектов, находящихся в региональной энергосистеме субъекта Российской Федерации, в которой расположена организация, потребляющая полученную электрическую и тепловую энергию за отчетный период. Учитываются также данные об объемах поступления электрической энергии и потребления топлива из соседних региональных энергосистем за отчетный период.

Рыночный метод количественного определения косвенных энергетических выбросов используется при потреблении организацией электрической энергии, полученной по двусторонним договорам купли-продажи электрической энергии, заключенным в соответствии с правилами оптового рынка электрической энергии и мощности и основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии. При данном методе используются рыночные коэффициенты косвенных энергетических выбросов, данные о которых содержатся в договорах купли-продажи, в договорах, заключенных на розничных рынках электрической энергии, либо в сертификатах, подтверждающих объем производства электрической энергии на функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированных генерирующих объектах, сведения о которых внесены в реестр, либо рассчитываются организацией на основе объемов электрической энергии, полученных от конкретных внешних генерирующих объектов в соответствии с условиями договоров купли-продажи, договоров розничных рынков или сертификатов за отчетный период.

В данном случае расчет производится по региональному методу.

Количественное определение объема косвенных энергетических выбросов по региональному

методу при потреблении электрической энергии выполняется по формуле:

$$E_{CO2,элек,k,\gamma}^{per} = EC_{k,\gamma} \times EF_{CO2,элек,k,\gamma}^{per} \times 10^{-3}$$

где:

$E_{CO2,элек,k,\gamma}^{per}$ – объем косвенных энергетических выбросов CO₂, определенный в соответствии с региональным методом при потреблении организацией, расположенной в энергосистеме k, электрической энергии, полученной от внешних генерирующих объектов, за период времени γ , тCO₂;

$EC_{k,\gamma}$ – потребление организацией, расположенной в энергосистеме k, электрической энергии, полученной от внешних генерирующих объектов, за период времени γ , МВт·ч;

$EF_{CO2,элек,k,\gamma}^{per}$ – региональный коэффициент косвенных энергетических выбросов CO₂ при потреблении организацией, расположенной в энергосистеме k, электрической энергии, полученной от внешних генерирующих объектов, за период времени γ , кгCO₂/МВт·ч.\

Исходные данные по обеспечению коммунальных нужд помещения за 2023-2024 год:

№	Дата регистрации показателей	Электроэнергия (кВт/час)	Вода (куб.м)		Тепловая энергия (Гкал)
			горячая	холодная	
1	01.10.2022	9800	~430		28 900
2	01.11.2022	11200			27500
3	01.12.2022	10400			29300
4	01.01.2022	10150			29250
Итого:		41550		1720	114 950

Данные по УРУТ на электричество (УРУТ – удельный расход условного топлива – это коэффициент, который показывает сколько выбрасывается электричества с 1 единицы энергии) взяты из открытых источников (Схемы теплоснабжения города до 2030 года и др.).

Основное топливо – природный газ.

Общий объем потребленной электроэнергии за 4 месяца: 41550 кВт*ч

Общий объем потребленной тепловой энергии за 4 месяца: 114 950 Гкал

Данные по коэффициентам $E_{CO_2, \text{элек}, k, \gamma}^{per}$ и $E_{CO_2, \text{тепло}, k, \gamma}^{per}$ в открытых источниках не представлены.

Представлены данные по удельному расходу условного топлива (УРУТ) — коэффициенту, который показывает сколько сжигается условного топлива для выработки одной единицы энергии.

Данные по УРУТ взяты из открытых источников информации ТГК-1:

— на отпуск электроэнергии составляет 219 г/кВт*ч (0,000219 т/кВт*ч)

— на отпуск тепла – 169 кг/Гкал (0,169 т/Гкал)

1 тонна условного топлива (т.у.т.) использования газа выбрасывает 1,59 тонн CO₂.

Выбросы CO₂ на 1 кВт*ч электричества составляет:

$$0,000219 \text{ (УРУТ на отпуск электроэнергии)} * 1,59 \text{ (выбросы CO}_2 \text{ на т.у.т.)} = 0,0003339 \text{ т/кВт*ч}$$

Выбросы CO₂ на 1 Гкал тепла составляет:

$$0,169 \text{ (УРУТ на отпуск тепла)} * 1,59 \text{ (выбросы CO}_2 \text{ на т.у.т.)} = 0,26871 \text{ т/Гкал}$$

Расчет количества выбросов CO₂ от электроснабжения образовательного учреждения:

$$\underline{41550 \text{ кВт*ч}} * 0,0003339 \text{ т/кВт*ч} = \underline{13,87 \text{ т CO}_2\text{e (CO}_2\text{-эквивалент)}}$$

Расчет количества выбросов CO₂ от теплоснабжения:

$$\underline{114\,950 \text{ Гкал}} * 0,26871 \text{ т/Гкал} = \underline{30,89 \text{ т CO}_2\text{e}}$$

Итого выбросы по Score 2 (косвенные энергетические выбросы ПГ) по школе составляют:

$$\underline{13.87 + 30.89 = 44,76 \text{ т CO}_2\text{e за 4 месяца}}$$

Отсюда можем предположить, что за год $\approx 134 \text{ т CO}_2$

3.2 Меры по снижению косвенных энергетических выбросов МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области 2023-2024г

Деятельность школы	
<u>Планируемые мероприятия</u>	<u>Реализованные мероприятия</u>
Закупать бумагу со значком FSC, с экосертификатом «EU Ecolabel».	Отказ от воды в одноразовых бутылках в пользу стационарных питьевых фонтанов.
Изучение влияния изменения климата на организм человека.	Использование энергосберегающих ламп.
Установка биокомпостера в школьной столовой.	Утепление здания для уменьшения теплопотерь
Проверка теплового контура школы тепловизором	Замена унитазов в школьных туалетах на двухкнопочные
	Организация отдельного сбора мусора Установлены контейнеры для отдельного сбора мусора (бумага, пластик, крышечки, батарейки)
	Договор с предприятиями, которые занимаются переработкой бумаги, пластика, крышечек, батареек.
	Проводятся экологические мероприятия 1. Соревнования - акции по сбору макулатуры, 2 раза в год. 2. Проведение тематических вечеринок, например, «Охрана леса от пожаров» 3. Проведение тематических недель энергосбережения, неделя без бумаги итд.
	Озеленение школы и пришкольного участка
	Установление велопарковки
	Сбор старых джинсовых изделий. Переработка вторичного сырья. Создание многоразовых ЭкоШоперов. Отказ от целлофановых пакетов.

Данные по снижению косвенных энергетических выбросов МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области 2023-2024г очень объёмные и еще находятся в стадии анализа.

Для примера приведем данные по углеродному следу ряда товаров и услуг, рассчитанные специалистами США.

SMS сообщение — 0,014 г CO₂-экв.

E-mail-сообщение — 4 г CO₂-экв. или 50 г CO₂-экв., если в письме есть достаточно объемное приложение

Использование мобильного телефона — 1250 кг CO₂-экв. в год, если говорить по 1 часу в день

Яблоко в месте произрастания — 0 г CO₂-экв., если яблоко привезено из своего сада — в среднем 10 г CO₂-экв. Яблоко местного производства в сезон сбора яблок (яблоко не хранилось в специальных условиях, что тоже требует затрат энергии) — 80 г CO₂-экв. В среднем яблоко, съеденное человеком, — 150 г CO₂-экв.

Пол-литровая бутылка с водой — 110 г CO₂-экв. в случае с местной водой (произведенной в вашем регионе), 160 г CO₂-экв. — в среднем.

Мороженое — 500 г CO₂-экв.

Мусор, 1 кг — 700 г CO₂-экв., а если это алюминиевые банки — 9 кг CO₂-экв на кг.

Джинсы — 6 кг CO₂-экв.

Новый автомобиль (Ford Taurus) — 17 т CO₂-экв.

4. Выводы

«Экологический след» России составляет 4,4 гга на душу населения, а биоемкость (способность биосферы нашей страны к воспроизводству) — 6,4 гга. То есть, в нашей стране нет экологического дефицита, природных ресурсов пока достаточно для обеспечения страны. Но к этим цифрам нужно относиться очень осторожно. Основная доля углеродного следа приходится на базовые отрасли экономики: энергетику, химическую промышленность и металлургию. Концентрация двуокиси углерода в воздухе с каждым годом становится все больше и больше. Если ситуацию не изменить, то скоро все человечество испытает на себе увеличение частоты стихийных бедствий, на планете значительно сократятся запасы питьевой воды, будут расширяться зоны пустынь и т.д.. Но не только человек влияет на выбросы парниковых газов и увеличение углеродного следа – свою роль играют и естественные процессы, которые ежесекундно происходят в природе. Например, при извержениях вулканов выбрасываются в огромном количестве вулканический пепел и дым. Вулканический пепел намного мельче обычного пепла, и за счет этого он может долго существовать в воздухе в виде взвеси и тем самым затруднять проникновение солнечного света. Также выделяются и ядовитые вулканические газы, которые поднимаются в верхние слои атмосферы и изменяют состав воздуха и состояние почвы. Если рассчитать углеродный след, можно разработать программу его сокращения. Человек может сократить свой углеродный след с помощью различных альтернатив, которые можно применять в собственной жизни. Во-первых, «домашний» углеродный след складывается из энергопотребления в быту: это электричество, отопление, газ и вода. Для того, чтобы все эти услуги были дома, где-то на теплоэлектростанции сжигается уголь или газ, которые приводят к выбросам парниковых газов. А на производство горячей воды нужно затратить больше энергии, чем на производство холодной. Следовательно, чем экономнее мы будем относиться к природным ресурсам, тем ниже будет углеродный след. Во-вторых, самым вредным в плане углеродного следа является самолет. За один полет длительностью 3,5 ч в атмосферу выделяется примерно 0,5 т углекислого газа. Такое же время может проехать и поезд, но он оставит после себя в атмосфере лишь 0,01 т углекислого газа. Следовательно, для поездок на короткие расстояния лучше использовать поезда и отказаться от перелетов.

В-третьих, нужно стараться чаще пользоваться общественным транспортом или ходить пешком, чем автомобилем. Потому что выхлопные газы сильно

влияют на состояние воздуха, которым мы дышим и, следовательно, на углеродный след. Еще одним способом снижения углеродного следа является сортировка

мусора. Если мы используем предметы из пластика несколько раз, это позволяет сохранить «углеродный баланс» - экономия за счет многократного использования компенсирует выбросы углекислого газа во время производства. Однако рано или поздно наступит момент, когда пластиковую бутылку все-таки придется отправить на свалку. В этом случае, не нужно смешивать весь мусор в одну кучу. Так как общая углеродная нейтральность достигается благодаря экономике замкнутого цикла, которая подразумевает переработку отходов и использование их для производства новых материалов.

Исходя из вышесказанного, я считаю, что наше образовательное учреждение находится на правильном пути. Мы будем и дальше внедрять меры по снижению косвенных энергетических выбросов.

В ходе проекта мне удалось:

- 1) Познакомиться с литературой по выбранной теме.
- 2) Рассчитать среднее значение «Углеродного следа» МБОУ СОШ №1 Маслянинского района Новосибирской области ≈ 134 т CO₂ за год .
- 3) Внедрить мероприятия по снижению «Углеродного следа».

5. Литературные источники

1. Углеродный след – угроза XXI века (КР.ru).
2. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, принятый 11 декабря 1997 года.
3. Макаров И.А., Степанов И.А. Парижское соглашение по климату:
Влияние на мировую энергетику и вызовы для России.
4. «Климатическая доктрина РФ», утвержденная распоряжением
Президента РФ от 17 декабря 2009 года №861-рп.
5. «План мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году», утвержденный распоряжением Правительства
РФ от 2 апреля 2014 года №504-р.
6. Федеральный закон от 2 июля 2021 года №296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».
7. Google заявила, что полностью нейтрализовала свой углеродный
след за 22 года работы компании [Электронный ресурс]: incrussia.ru (дата обращения 01.04.2022).
8. Вулканические извержения, их последствия и влияние на экологию
[Электронный ресурс]: dishisvobodno.ru (дата обращения 01.04.2022).
9. Климатический баланс – в наших руках – Первое российское медиа
о климатическом кризисе (greenpeace.ru).
10. 5 способов сократить углеродный след [Электронный ресурс]:
plus-one.ru (дата обращения 01.04.2022).

Приложение

Справочная документация

1. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 года «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»
2. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата от 9 мая 1992 года
3. Парижское соглашение от 12 декабря 2015 года (вступило в силу для Российской Федерации 6 ноября 2019 года - Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2019 года №1228 «О принятии Парижского соглашения»)
4. Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата - Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022 г.
5. Greenhouse Gas (GHG) Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard
6. CDP Technical Note: Accounting of Scope 2 emissions (Техническое примечание CDP: Учет выбросов парниковых газов Охвата 2)
7. ISO 14064-1:2018 «Greenhouse Gases – Part 1: Specification with Guidance at the Organization. Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals»
8. ISO 14064-2:2019 «Greenhouse Gases – Part 2: Specification with Guidance at the Project Level for Quantification, Monitoring and Reporting of Greenhouse Gas Emission Reductions or Removal Enhancement»
9. ISO 14064-3:2019 «Greenhouse Gases – Part 3: Specification with Guidance for the Verification and Validation of Greenhouse Gas Statement»
10. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года №7-ФЗ
11. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 года №96-ФЗ
12. Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» от 2 июля 2021 года №296-ФЗ
13. Постановление Правительства РФ от 30 апреля 2022 года №790 «Об утверждении Правил создания и ведения реестра углеродных единиц, а также проведения операций с углеродными единицами в реестре углеродных единиц»
14. Распоряжение Правительства РФ от 29 октября 2021 года №3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года»
15. Постановление Правительства РФ от 9 марта 2022 года № 310 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части определения федеральных органов

исполнительной власти, осуществляющих полномочия в области ограничения выбросов парниковых газов»

16. Постановление Правительства РФ от 24 марта 2022 года №455 «Об утверждении Правил верификации результатов реализации климатических проектов»

17. Постановление Правительства РФ от 30 апреля 2022 года № 790«Об утверждении Правил создания и ведения реестра углеродных единиц, а также проведения операций с углеродными единицами в реестре углеродных единиц»

18. Распоряжение Правительства РФ от 22 октября 2021 года №2979-р «Об утверждении перечня парниковых газов, в отношении которых осуществляется государственный учет выбросов парниковых газов и ведение кадастра парниковых газов»

19. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 июня 2017 года №330 «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема косвенных энергетических выбросов парниковых газов»

20. ГОСТ Р 56276-2014/ISO/TS 14067:2013 «Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению и представлению информации»

21. ГОСТ Р ИСО 14064-1-2007 «Газы парниковые. Часть 1. Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и удалении парниковых газов на уровне организации»

22. ГОСТ Р ИСО 14064-2-2007 «Газы парниковые. Часть 2. Требования и руководство по количественной оценке, мониторингу и составлению отчетной документации на проекты сокращения выбросов парниковых газов или увеличения их удаления на уровне проекта»

23. ГОСТ Р ИСО 14064-3-2007 «Газы парниковые. Часть 3. Требования и руководство по валидации и верификации утверждений, касающихся парниковых газов».

Сокращения и определения

CO ₂ e	<i>Эквивалент диоксида углерода (CO₂e)</i> – условная величина, которая предназначена для суммирования общих выбросов парниковых газов (ПГ), вызванных человеком, событием, организацией, услугой, местом или продуктом.
Greenhouse gases, GHG ПГ	<i>Парниковые газы (ПГ, также greenhouse gases, GHG)</i> – газообразные соединения, которые обладают высокой проникаемостью в видимом диапазоне (активно пропускают лучи света, нагревающие Землю) и задерживают в атмосфере инфракрасное (тепловое) излучение от поверхности Земли. Основными парниковыми газами, присутствующими в атмосфере, являются: <ul style="list-style-type: none">● углекислый газ (CO₂);● оксид азота или «веселящий газ» (N₂O);● метан (CH₄);● гексафторид серы (SF₆);● галогенорганические соединения (например, хлорфторуглероды или CFC).
ISO	<i>Международная организация по стандартизации</i> является международным устанавливающим стандарты органом, который продвигает по всему миру отраслевые, промышленные и торговые стандарты.
Net zero Углеродная нейтральность	<i>Углеродная нейтральность</i> – это состояние с нулевыми выбросами углекислого газа, которое может быть достигнуто путем балансирования выбросов углекислого газа за счет устранения выбросов, компенсации выбросов или удаления углекислого газа из атмосферы.
Косвенные выбросы	<i>Косвенные (непрямые) выбросы</i> – это выбросы, которые являются следствием деятельности отчитывающейся компании, но поступают в атмосферу из источников, принадлежащих и (или) контролируемых другой компанией.
МГЭИК IPCC	<i>Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК, англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)</i> – организация, созданная для оценки риска изменения климата, вызванного антропогенными факторами.
Охват Scope Категория	<i>Категории прямых и косвенных выбросов парниковых газов компании (Scope 1–3).</i> <i>Scope 1 (прямые выбросы парниковых газов)</i> – это выбросы из собственных или контролируемых компанией источников. <i>Scope 2 («энергетические» выбросы)</i> – это косвенные выбросы от производства энергии на сторонних энергоисточниках, приобретенной у поставщика таких услуг. Это все выбросы парниковых газов в атмосферу в результате производства потребленной компанией электроэнергии, пара, тепла и холода (энергии для охлаждения). <i>Scope 3 (прочие косвенные выбросы)</i> – это прочие выбросы парниковых газов, образованных, например, в результате эксплуатации транспортных средств, не принадлежащих отчитывающейся компании или ею не контролируемых, но используемых для командировок сотрудников. Это выбросы от складирования продукции в сторонних логистических центрах, энергия, потребляемая при

использовании клиентами продукции компании, выбросы парниковых газов от утилизации отходов продукции, выбросы франшиз и пр.

Все косвенные выбросы (Scope 2 и Scope 3), делятся на выбросы: upstream («восходящие», «вверх по цепочке») и downstream («нисходящие», «вниз по цепочке»)

Прямые выбросы

Прямые выбросы - это выбросы парниковых газов от источников, которые находятся в собственности и (или) на которых осуществляется хозяйственная деятельность отчитывающейся компании.

ТЭЦ

Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) – разновидность тепловой электростанции, которая не только производит электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов).

Углеродный след

Углеродный след (или след от парниковых газов) — это определенное количество газовых выбросов, которые имеют отношение к изменению климата и связаны с производственной или потребительской деятельностью человека.

УРУТ УРУТ Удельный расход топлива на выработку тепловой энергии на ТЭЦ – количество сжигаемого топлива, необходимое для выработки единицы энергии

