

Стратегия достижения углеродной нейтральности предприятий автомобильной промышленности Санкт-Петербурга

А. И. Возиян¹, А. В. Гришачева², И. А. Дегтярев³, С. А. Семаков⁴

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

¹vozian_a_i@mail.ru, ²grishacheva.av@edu.spbstu.ru, ³ivadeg@yandex.ru, ⁴semakov.sa.@edu.spbstu.ru

Аннотация. В данной работе представлен комплекс мероприятий по достижению углеродной нейтральности автомобилестроительного производства Санкт-Петербурга с учетом законодательных инициатив и климатических рисков. Были сформированы среднесрочная и долгосрочная стратегии снижения выбросов углекислого газа на предприятиях с опорой на операционные улучшения производства и повышение энергоэффективности. Авторами также рассматривается несколько сценариев развития топливно-энергетического комплекса в рамках устойчивого развития региона и то, как это повлияет на срок достижения нулевого баланса выбросов.

Ключевые слова: выбросы парниковых газов, декарбонизация, углеродная нейтральность, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, улавливание углекислого газа, плазмохимическая утилизация, тепловые насосы, устойчивое развитие

I. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня мировая экономическая система в связи с кардинальными реформами в области сокращения выбросов в атмосферу находится в стадии перехода к «зеленой» низкоуглеродной экономике. Современная экологическая повестка требует, чтобы политика как страны, так и отдельных предприятий опиралась на цели устойчивого развития и Парижское соглашение по климату (2015), а также учитывала экологические и климатические риски при планировании, поскольку сегодня они представляют угрозу не только окружающей среде, но и финансовой стабильности и экономической эффективности предприятий.

Целью исследования является анализ возможностей снижения выбросов CO₂ на предприятиях автомобилестроения Санкт-Петербурга и разработка стратегии достижения углеродной нейтральности к 2050 году.

II. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Стратегия низкоуглеродного развития России предполагает сокращение парниковых выбросов и разработку технологий, позволяющих улавливать, перерабатывать и хранить CO₂. Интенсивный сценарий данной стратегии включает реализацию «зеленых» проектов по установленным критериям, которая позволит получить преимущество для компаний в виде специальных облигаций и займов от государства. Кроме того, упоминаются сертификаты происхождения энергии и публичное раскрытие нефинансовой отчетности, благодаря которым организации смогут не только повысить репутацию компании перед населением, но и получить доверие крупных инвесторов, что, безусловно, отразится на компании в виде конкурентного преимущества. [1]

Согласно ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» предприятия, чья хозяйственная деятельность сопровождается выбросами, становятся регулируемыми, вместе с чем обязуются предоставлять нефинансовую отчетность, связанную загрязнением в атмосферу, и следовать выполнению целевых показателей, установленных правительством. Важно отметить, что данный закон предусматривает ответственность организаций за невыполнение этих обязательств. [2]

Минэкономразвития России подготовило систему штрафов для крупнейших эмитентов выбросов парниковых газов, которая подразумевает наложение штрафов на физические и юридические лица за непредоставление, нарушение отчетности и искажение информации в данных о выбросах. [3]

III. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

A. Анализ развития генерирующих мощностей региона

Для составления стратегии декарбонизации производства также учитывались перспективы развития генерирующих мощностей региона.

Санкт-Петербург – один из городов России, обладающих избытком установленной мощности, генерирующие объекты которого представлены газомазутными ТЭЦ. Установка станций данного типа обусловлена необходимостью снабжать население не только электроэнергией, но и теплом.

Согласно данным схем и программ развития электроэнергетики [4–11] за последние несколько лет наблюдается рост мощностей региона (рис. 1).

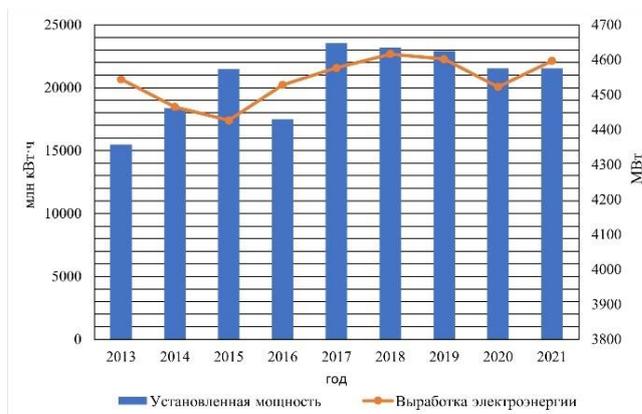


Рис. 1. Динамика изменения установленной мощности и вырабатываемой электроэнергии в г. Санкт-Петербург

Также на графике представлена кривая изменения выработки электроэнергии в регионе. Как видно, по итогам последних 8 лет данная величина не претерпела

сильных изменений, что при растущих темпах потребления определяет регион как дефицитный (с точки зрения электроэнергии). Данная проблема, однако, не представляет опасности, вследствие наличия рядом энергопрофицитной Ленинградской области. Этот регион является более мощным, во многом благодаря наличию ЛАЭС, установленная мощность которой на момент 01.01.2021 составляет чуть более 3 ГВт [11].

Диверсификация генерирующих мощностей с точки зрения первичных ресурсов в Санкт-Петербурге едва ли реализуема: регион обладает слабым как ветропотенциалом (в связи с высокой степенью застройки), так и солнечным (причиной этому является географическое положение и климатический регион) [12]. Общая проблема внедрения крупных станций на ВИЭ является высокая развитость электросетевого комплекса на территории города, что делает проекты нерентабельными. Также в отсутствие проектов ВИЭ в Санкт-Петербурге и Ленинградской области вносит вклад и большой запас мощности ЛАЭС [13].

Тем не менее на начальных стадиях существуют проекты по внедрению ВЭС на территории города [14], так же, как и в Ленинградской области [13]. Более того, в области рассматриваются перспективы по производству водорода [15], который, вероятно, станет востребованным энергоносителем в будущем. Все это позволяет сказать, что Санкт-Петербург и Ленинградская область всерьез задумываются об увеличении мощностей с низким выбросом углекислого газа.

В. Прогноз изменения коэффициента выбросов CO₂

Как уже было упомянуто ранее, электро- и теплоснабжение города осуществляется газомазутными ТЭЦ. Преимущественное использование природного газа на электростанциях характерно для всей ЕЭС в целом: использование этого типа органического топлива составляет примерно 71% [11]. Оценим коэффициент выбросов CO₂, который представляет собой отношение выделенного углекислого газа в тоннах условного топлива при выработке 1 киловатт-часа энергии.

Согласно данным аналитического центра при Правительстве Российской Федерации [16] и АТС [17] был построен график изменения данного коэффициента, а также составлен прогноз до 2030 года (рис. 2).

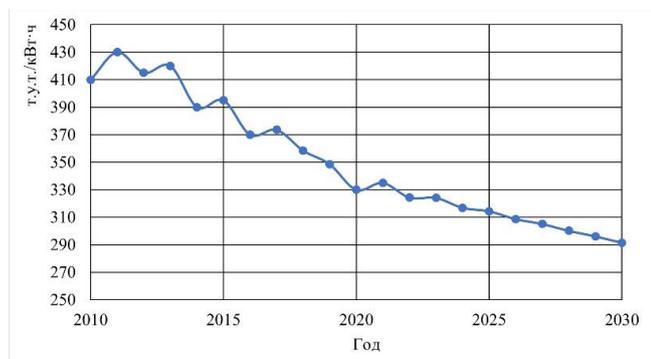


Рис. 2. Прогноз изменения величины коэффициента выбросов CO₂

Прогноз коэффициента углеродоемкости позволяет сделать вывод о том, что существующий тренд снижения данной величины останется неизменным – он достигается как повышением энергоэффективности объектов энергетики, так увеличением доли генераторов с низким показателем выбросов CO₂. В частности, необходимостью

становится поиск мер по снижению углеродоемкости на производствах, в том числе – автомобилестроительных.

С. Анализ эффективности использования энергоресурсов

Одним из способов снижения количества выбросов углекислого газа на производстве является пресечение использования излишней электроэнергии. Частым случаем является круглосуточное (безостановочное) использование оборудования, такого как компрессорные станции и вентиляционные системы, в которых используются электродвигатели, работающие на номинальной мощности вследствие отсутствия системы автоматического управления (САУ) даже в моменты отсутствия спроса на сжатый воздух и загазованности помещений соответственно.

Д. Обзор технологий по сокращению, улавливанию, утилизации и хранению выбросов CO₂

Выбросы парниковых газов компании подразделяются на прямые и косвенные. Первые предполагают снижение прямых выбросов CO₂ на производстве, которые образуются при сжигании природного газа для теплоснабжения и обеспечения технологических процессов, например, в цехе окраски. Под косвенными предполагаются выбросы от электростанции, которая поставляет электроэнергию данному предприятию, и их можно уменьшить при снижении электропотребления предприятия, в том числе за счет мероприятий по энергоэффективности. В данной работе рассмотрены меры, учитывающие оба вида выбросов для декарбонизации предприятия.

Рассмотрим перспективные технологии по снижению прямых выбросов CO₂ за счет его улавливания:

- Экологически чистое выделение CO₂ на основе ферментов

Данная технология основана на использовании мембран с ферментами, позволяющими преобразовать углекислый газ в бикарбонат. В свою очередь, получившееся вещество может быть использовано при производстве пищевой соды или мела. Улавливаемый углекислый газ имеет высокую степень очистки порядка 90–99%.

- Выделение CO₂ в кальциево-карбонатном цикле

Приведенный метод основан на использовании двух реакторов с кипящим слоем, в одном из которых происходит поглощение CO₂, а в другом — разложение карбоната кальция. В качестве сорбента используется относительно дешевый и простой в получении оксид кальция, что значительно снижает стоимость установки. Технология в основном рассчитана на угольные электростанции с высокими выбросами CO₂.

- Установка по улавливанию, очищению и сжиганию CO₂

Улавливаемый углекислый газ охлаждается водой до нужной температуры и затем подается на фильтры и адсорберы, очищающих его от сероводорода, спиртов и других примесей. Далее газ проходит стадию промывки и осушения для достижения более полного уровня очистки. Последним этапом является сжижение газа и его дальнейшее хранение в углекислотных емкостях.

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ

А. Составление стратегии развития

Авторами были разработаны среднесрочная и долгосрочная стратегии декарбонизации автомобилестроительного производства. При их составлении учитывались стремления компаний к снижению прямых выбросов CO₂ на 25% по сравнению с текущим значением к 2030 году. К 2050 году компаниями поставлена цель нулевого значения выбросов.

Первая стратегия, рассчитанная до 2030 года, предполагает внедрение следующего комплекса технологий:

- Автоматическая система управления освещением

Данная система позволяет оптимизировать интенсивность светового потока в зависимости от условий работы предприятия, тем самым сокращая потребление электроэнергии.

- Частотные преобразователи для системы вентиляции и компрессоров

Наличие частотных преобразователей в качестве системы управления электродвигателями предоставляет возможность плавного регулирования оборудования, приводами которого они являются. Положительными факторами внедрения данной технологии является как пониженный износ оборудования, так и снижение пусковых токов. Главным преимуществом внедрения преобразователей частоты является уменьшение потребления электроэнергии.

- Использование режима глубокого дросселирования в работе компрессоров

Было выявлено, что на многих предприятиях автомобильной промышленности основная компрессорная цеха окраски работает круглосуточно без отключения в выходные и праздничные дни. В это время компрессоры переводятся в режим холостого хода, так как по техническим причинам допускаются лишь еженедельные пуски и остановки компрессора. В данном случае возможно осуществлять пуск и останов компрессора в режим глубокого дросселирования, что позволит существенно уменьшить электропотребление компрессора по сравнению с нормальным режимом. Затраты ресурса на цикл пуск-останов в глубоком дросселировании снижаются настолько, что становится возможным осуществлять ежедневные пуски и остановки компрессора.

- Компрессионные тепловые насосы;

Принцип действия такой установки заключается в отборе теплоты от низкотемпературного источника с последующим преобразованием в тепло с более высокой температурой, которое можно использовать для обогрева помещений и подогрева воды. В качестве теплоносителя могут использоваться: вытяжной воздух из системы вентиляции, тепло технологических процессов (от компрессоров и дымовых газов), грунт, атмосферный воздух, вода из разных источников. Приведенный способ теплоснабжения является экологически чистым и позволяет снизить затраты на отопление. Таким образом, к 2030 году возможен переход от котельных к тепловым насосам для отопления производственных помещений, что согласуется с концепцией декарбонизации.

- Теплоизоляция

Применение низкотемпературных систем, какой является тепловой насос, предъявляет высокие требования к утеплению зданий. Поэтому прежде всего следует заняться повышением теплоизоляции помещений.

- Установка по улавливанию, очищению и сжижению CO₂

Особенности работы данной установки было рассказано ранее. За счет возможности получать на выходе очищенный и сжиженный углекислый газ открываются перспективы его реализации предприятиями различных отраслей промышленности. CO₂ применяется в производстве для следующих целей: в инкубаторах и теплицах для повышения урожайности; в машиностроении для дуговой электросварки; в металлургии при производстве алюминия; при производстве цемента; в производстве газированных напитков. Таким образом, авторами предлагается организовать продажу сжиженного и очищенного углекислого газа предприятиям машиностроительной, сельскохозяйственной, строительной и пищевой промышленности.

Так, вышеупомянутые технологии создают эффекты экономии электроэнергии и природного газа, что с экологической и экономической точки зрения позитивно влияет на окружающую среду и компанию. (рис. 3).



Рис. 3. Экологическая эффективность технологий

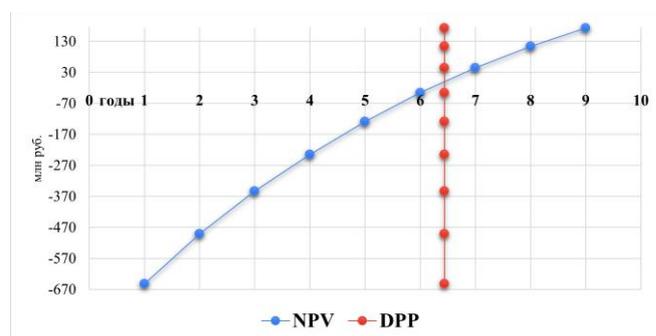


Рис. 4. Чистый приведенный доход и дисконтированный срок окупаемости технологий стратегии 2030 года

Кроме того, дополнительный экономический эффект может заключаться в реализации CO₂. При условии, что уровень выбросов предприятия будет равен 20 тыс. тонн в год и цена углекислоты будет равна минимальной рыночной по региону, первоначальные вложения в вышеперечисленные технологии, равные 652 млн руб., окупятся за 6,44 лет. При этом значения чистого приведенного дохода достигнут 173,15 млн руб. (рис. 4).

Также был составлен сценарий до 2050 года с учетом возможного развития генерирующих мощностей.

В случае, если в регионе появится крупный поставщик водорода и будет развита необходимая инфраструктура для его распределения и хранения, то представится возможность полностью отказаться от сжигания природного газа предприятиями, тем самым свести прямые выбросы CO₂ к нулю. Выработка H₂ возможна за счет увеличения количества энергоблоков на ЛАЭС и строительства ВЭС в Финском заливе, где «зеленое» топливо планируется получать путем электролиза. При данных условиях водород будет использоваться для обеспечения электрической и тепловой энергией предприятием. Отсутствие инфраструктуры можно будет компенсировать превращением водорода с добавлением диоксида углерода в метан с дальнейшим его использованием в существующих газопроводах.

При низких темпах развития водородной энергетики потребуются внедрение следующих разработок:

- Плазмохимическая установка

Данная технология позволяет расщеплять твердые или жидкие отходы производства, обеспечивая высокую степень обезвреживания. На выходе получается смесь угарного газа и водорода или иначе называемый синтез-газ, являющийся более дешевым аналогом сжиженного природного газа. В свою очередь, данная смесь может подаваться в котельную, тем самым уменьшая потребление природного газа.

- Биогазовая установка

Приведенная разработка позволяет перерабатывать древесные отходы с получением биогаза, состоящего из метана и углекислого газа. Его сжигание позволит обеспечить предприятием электричеством и теплом, а выделяемый в процессе горения углекислый газ будет улавливаться упоминаемой ранее установкой.

- ТЭС, работающая на свалочном газе

Их строительство может быть осуществлено как на территории предприятия, так и на полигоне ТБО. Подобные проекты были реализованы в Ленинградской области компанией «Вирео Энерджи», построившей промышленную мини-ТЭЦ мощностью 2,4 МВт. Другим примером является проект, который будет реализован компанией «Татнефть» в Татарстане. Ожидается, что стоимость строительства составит 1–5 млрд руб., а срок окупаемости достигнет 10–15 лет. Утверждается, что проект будет поддержан государственными средствами и сторонними инвестициями.

- Замена пневматических инструментов на электрические

Данное действие незначительно повышает расход электроэнергии, но позволяет снизить использование сжатого воздуха.

Также дополнительной возможностью для предприятия в рамках долгосрочной стратегии является теплоснабжение с ЛАЭС. Для осуществления данной концепции необходима установка станций по нагреву воды, для чего целесообразно использовать возобновляемые источники энергии в составе энергокомплексов.

Дополнительным мероприятием, внедрение которого позитивно отразится на снижении выбросов CO₂, может

быть, покупка зеленых сертификатов. К 2022 году планируется запуск электронной площадки по продаже сертификатов в России. Они представляют собой инструмент поддержки и развития возобновляемых и низкоуглеродных источников энергии, таких как АЭС и ГЭС, поскольку деньги за сертификаты получает производитель зеленой энергии. Покупка зеленых сертификатов уменьшает углеродоемкость продукции предприятия, даже если потребленная им электроэнергия не является «зеленой». Внедрение данного мероприятия зависит от успеха в реализации пилотного проекта и государственного регулирования.

Теперь обратимся к мероприятиям, основанным на стратегиях развития компаний автомобильной промышленности.

- Переход на электрические источники обогрева

Внедрение данного мероприятия понизит прямые выбросы CO₂, но приведет к увеличению косвенных за счет большего потребления электроэнергии. Однако, это вынужденная мера для достижения углеродной нейтральности. На такое решение будет целесообразно пойти в случае отсутствия иных источников теплоснабжения, о которых было сказано ранее.

- Отказ от использования сжатого воздуха

Применение сжатого воздуха было признано неэффективным, в связи с чем авторами предлагается замена пневматического привода электрическим. Несмотря на преимущества электропривода такое решение приведет к увеличению потребления электроэнергии, что также повысит углеродоемкость продукции. Для нивелирования данного обстоятельства возможно электроснабжение привода от возобновляемых источников энергии, упомянутые выше.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторами были составлены среднесрочная и долгосрочная стратегии достижения углеродной нейтральности автомобилестроительных предприятий. При их разработке были учтены как существующие технологии, позволяющие снижать выбросы CO₂, так и программы развития автомобильных компаний. Экономический эффект от внедрения мер составит 173,15 млн руб. до 2030 года, а экологический выражается в снижении выделения углекислого газа на 23% относительно нынешнего года. К 2050 же году предполагается достижение предприятиями нулевых выбросов CO₂.

VI. ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты данного исследования могут найти применение на предприятиях автомобильной промышленности Санкт-Петербурга и других городов страны. Приведенные мероприятия могут быть отражены в стратегиях достижения углеродной нейтральности автомобильных компаний. В дальнейшем стратегия предполагает уточнение и модернизацию в зависимости от развития топливно-энергетического комплекса региона и концепции развития автомобилестроительных компаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года регулирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf>, свободный. – (дата обращения: 20.11.2021).

- [2] «Об ограничении выбросов парниковых газов»: федер. закон 02 июля 2021 N 296-ФЗ Доступ из справ.-правовой системы «Консультант». Источник: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/
- [3] МЭР разработало систему штрафов за нарушения в сфере климатического регулирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/12193483>, свободный. – (дата обращения: 20.11.2021).
- [4] Распоряжение комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 25 апреля 2013 года N 45 «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2013-2017 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/537942465> (дата обращения: 24.11.2021)
- [5] Распоряжение комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 24 апреля 2014 года N 40 «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2014-2018 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/537958228> (дата обращения: 24.11.2021)
- [6] Распоряжение комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 28 сентября 2016 года N 68-пг «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2016-2020 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/456017614> (дата обращения: 24.11.2021)
- [7] Распоряжение комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 27 апреля 2017 года N 66-пг «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2017-2021 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/45607375> 1 (дата обращения: 24.11.2021)
- [8] Об утверждении схемы и программы перспективного развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2018-2022 годы. [Электронный ресурс] Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2018/04/27/Действующая_схема.pdf
- [9] Распоряжение комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 24 апреля 2019 года N 25-пг «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2019-2023 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/554415175> (дата обращения: 24.11.2021)
- [10] Постановление губернатора Санкт-Петербурга от 30 апреля 2020 года N 39-пг «Об утверждении схемы и программы перспективного развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2020-2024 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/564848127> (дата обращения: 24.11.2021)
- [11] Распоряжение комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 26 апреля 2021 года N 33-пг «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Санкт-Петербурга на 2021-2025 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/603430027> (дата обращения: 24.11.2021)
- [12] GLOBAL SOLAR ATLAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://globalsolaratlas.info/detail?c=59.74325,30.323639,9&s=59.875487,30.415861&m=site> . – Дата доступа: 24.11.2021.
- [13] Распоряжение комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 30 апреля 2021 года N 507-пг «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Ленинградской области на 2021-2025 годы». URL: <https://power.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2021/07/01/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf> (дата обращения: 24.11.2021)
- [14] Лушин А И., Авданин В.В. Некоторые проблемы формирования стратегии развития энергетического комплекса Санкт-Петербурга на современном этапе //Управленческое консультирование. 2017. №. 2 (98).
- [15] Перспективы атомно-водородной энергетики. [Электронный ресурс] Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://www.eriras.ru/files/5_ponomarev-st_prezentatsiyaa_25_10_18-.pdf (дата обращения: 24.11.2021)
- [16] Углеродоемкость электроэнергии в мире и России. [Электронный ресурс] Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/22245.pdf>
- [17] Коэффициент выбросов диоксида углерода по Первой синхронной зоне ЕЭС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.atsergo.ru/results/co2>. – Дата доступа: 24.11.2021.