

# ОТЧЕТ

---

о выполнении услуг по расчету выбросов  
парниковых газов на предприятии  
АО «ЕвроХим-Северо-Запад»

## Оглавление

Аббревиатуры .....	2
Введение .....	3
1. Характеристика источников выбросов ПГ .....	4
2. Методология оценки выбросов ПГ на предприятии.....	10
3. Результаты оценки выбросов ПГ .....	12

## Аббревиатуры

CH <sub>4</sub>	метан
CO	монооксид углерода
CO <sub>2</sub>	углекислый газ
N <sub>2</sub> O	закись азота
МГЭИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
ООН	Организация Объединенных Наций
ПГ	парниковые газы
РКИК ООН	Рамочная конвенция ООН об изменении климата
ТДж	Тераджоуль
ТКО	твердые коммунальные отходы

## **Введение**

Настоящий отчет подготовлен в рамках выполнения контракта на выполнение услуг по расчету выбросов парниковых газов (ПГ) за один год эксплуатации (2020-ый) в объемах (Scores) 1 и 2, согласно РКИК ООН / Киотскому протоколу, для АО «ЕвроХим-Северо-Запад».

Исходные данные для проведения оценки выбросов ПГ были предоставлены «ЕвроХим-Северо-Запад» согласно запросу от ООО НИИ ЦЭИ, включая показатели деятельности (activity data), относящиеся к расчету прямых и косвенных выбросов ПГ от источников по Охватам 1 и 2.

В расчет выбросов ПГ за 2020 не включены показатели, относящиеся к использованию продукции предприятия (Охват 3), например, выбросы ПГ от производства и использования химических удобрений.

## 1. Характеристика источников выбросов ПГ

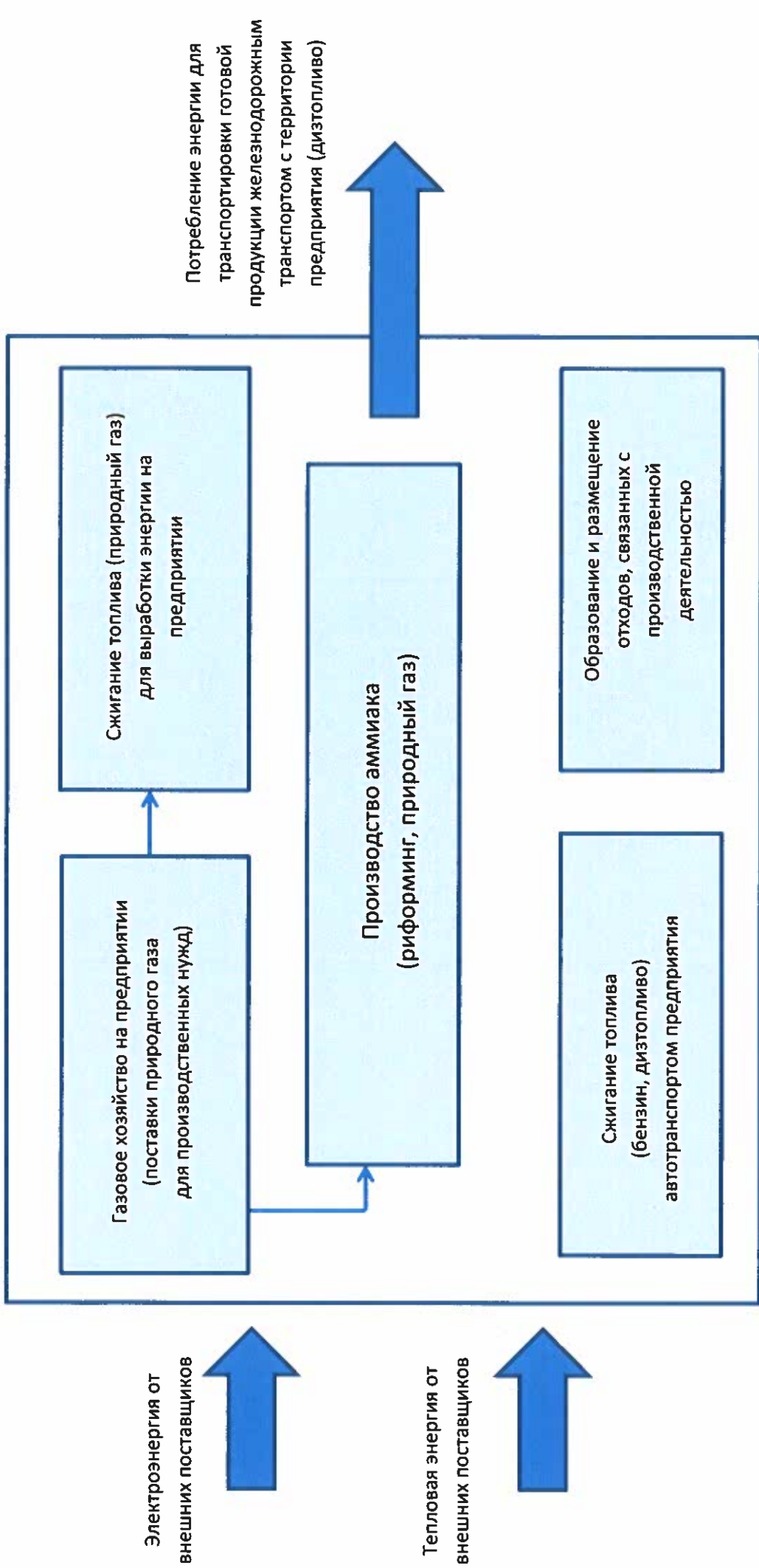
После проведения консультаций с представителями Заказчика, были определены следующие источники прямых и косвенных выбросов ПГ по Охватам (Scopes) 1 и 2, действовавшие на предприятии в отчетном 2020 году:

- Процессы производства основной продукции предприятия – аммиака;
- Процессы, связанные с поставкой природного газа для производственных нужд (как возможные источники фугитивной эмиссии ПГ, расположенные на территории предприятия);
- Сжигание топлива (природный газ, бензин, дизельное топливо) для производственных нужд, включая собственные энергетические источники, транспорт, относящийся к производственной деятельности предприятия;
- Получение электрической и тепловой энергии от внешних поставщиков;
- Потребление энергии для транспортировки готовой продукции железнодорожным транспортом (дизтопливо);
- Образование отходов, связанных с производственной деятельностью (по видам отходов и типам их размещения).

В состав рассматриваемых источников выбросов ПГ, в соответствии с полученными от Заказчика данными, не включены следующие источники:

- Производство иных видов продукции (напр., мочевины);
- Аварийные, технологические и иные утечки/потери аммиака, природного газа, топлива на территории завода;
- Другие источники (напр., связанные с производством и доставкой природного газа и нефтепродуктов на предприятие, потреблением энергии для поставки готовой продукции трубопроводным транспортом, конечным использованием продукции);
- Оценка выбросов PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub>, NH<sub>3</sub> не проводилась ввиду отсутствия существенных источников эмиссий этих парниковых газов на предприятии.

Источники, включенные в границы рассматриваемых выбросов ПГ на предприятии, согласно Охватам 1 и 2, представлены на Схеме 1. В исследование включены источники прямых выбросов, связанных с возникновением эмиссий ПГ непосредственно в рамках производственных процессов предприятия, а также ряд косвенных источников – эмиссии ПГ от выработки поставляемой на предприятие электрической и тепловой энергии, отходов производства и потребления на предприятии.



1. Источники, включенные в границы оценки выбросов ПГ для предприятия.

## **Краткое описание технологии производства основной продукции**

Производство аммиака производится путем каталитической паро-воздушной конверсии из природного газа.

### *Характеристики производства*

Установка по производству аммиака производит 432 т/сут теплого аммиака и 2 268 т/сут холодного аммиака. Установка может производить 2 700 т/сут холодного аммиака при отсутствии необходимости производства теплого аммиака. Холодный аммиак отправляется в резервуары для хранения под атмосферным давлением при температуре  $-33^{\circ}\text{C}$ .

Установка по производству аммиака основана на процессе производства аммиака KBR Purifier – процессе риформинга природного газа с низким потреблением энергии, предлагаемом и лицензированным компанией KBR.

Все компоненты установки по производству аммиака основаны на хорошо отработанных технологических параметрах. Все технологическое оборудование относится к однорядному типу. В качестве основных компрессоров используются центробежные компрессоры. На основе проектных характеристик объекта и с целью максимально сократить выработку давления пара конфигурация установки по производству аммиака была оптимизирована. Компрессор сырьевого газа, компрессор технического воздуха, компрессор синтез-газа и компрессор аммиачного хладагента имеют паротурбинный привод.

Насос котловой питательной воды имеет паротурбинный привод с резервным насосом с электроприводом, обеспечивающим надежность эксплуатации. Вытяжной, приточный вентилятор и большая часть насосов имеют паротурбинный привод. Насосы конденсата пара для поверхностного конденсатора и другие небольшие насосы оборудованы двигательными приводами.

### *Основные этапы процесса*

- Компримирование природного газа и десульфуризация сырьевого газа;
- Первичный риформинг;
- Сжатие технологического воздуха;
- Вторичный риформинг;
- Конверсия CO;

- Очистка от CO<sub>2</sub>;
- Метанирование;
- Осушка синтез-газа;
- Криогенная очистка синтез-газа;
- Компримирование синтез-газа;
- Охлаждение аммиачной холодильной машиной;
- Синтез аммиака;
- Переработка процессного конденсата;
- Паровая система;
- Система водяного охлаждения;
- Складирование и отгрузка готовой продукции.

Паровая каталитическая конверсия метана осуществляется в 288 реакционных трубах печи первичного риформинга, имеющей в своем составе конвекционную зону предназначенную для утилизации тепла дымовых газов посредством нагрева в змеевиках технологических потоков. Паровоздушная конверсия метана осуществляется в реакторе шахтного типа. Конверсия окиси углерода осуществляется в два этапа в высокотемпературном и низкотемпературном реакторах загруженных катализатором. Удаление из конвертированного газа двуокиси углерода производится посредством физического поглощения раствором амДЭА с последующим выпариванием и сбросом в атмосферу. Синтез аммиака осуществляется в реакторе синтеза загруженного катализатором при высоком давлении и температуре. Компримирование природного газа, воздуха, синтез-газа и аммиака производится центробежными компрессорами с приводом от паровых турбин, пар в необходимом для турбин количестве вырабатывается внутри производства аммиака путем утилизации тепла отходящих потоков. Хранение аммиака перед отгрузкой его потребителю осуществляется в двух изотермических хранилищах по 30000 тонн каждое.

#### *Основное технологическое оборудование*

- Центробежный компрессор природного газа с приводом от паровой турбины.
- Центробежный компрессор технологического воздуха с приводом от паровой турбины.
- Печь первичного риформинга с верхним обогревом (лицензированное оборудование KBR)
- Шахтный реактор вторичного риформинга (лицензированное оборудование KBR)



- Реактор высокотемпературной конверсии СО.
- Реактор низкотемпературной конверсии СО.
- Абсорбер. (лицензированное оборудование KBR)
- Десорбер. (лицензированное оборудование KBR)
- Метанатор.
- Криогенный очиститель. (лицензированное оборудование KBR)
- Центробежный компрессор синтез-газа с приводом от паровой турбины.
- Центробежный аммиачный компрессор с приводом от паровой турбины.
- Реактор синтеза аммиака. (лицензированное оборудование KBR)
- Изотермические хранилища вместимостью 30000тонн.
- Инженерные коммуникации.

#### *Контроль качества продукции*

Для получения информации о показателях технологических процессов предусмотрено два основных метода:

1. Непрерывный приборный контроль, осуществляется аттестованными и сертифицированными приборными системами, погрешности измерений которых известны;
2. Выборочный метод аналитического контроля, используется для оперативного управления технологическими схемами.

Технологическая схема производства аммиака представлена на Схеме 2.

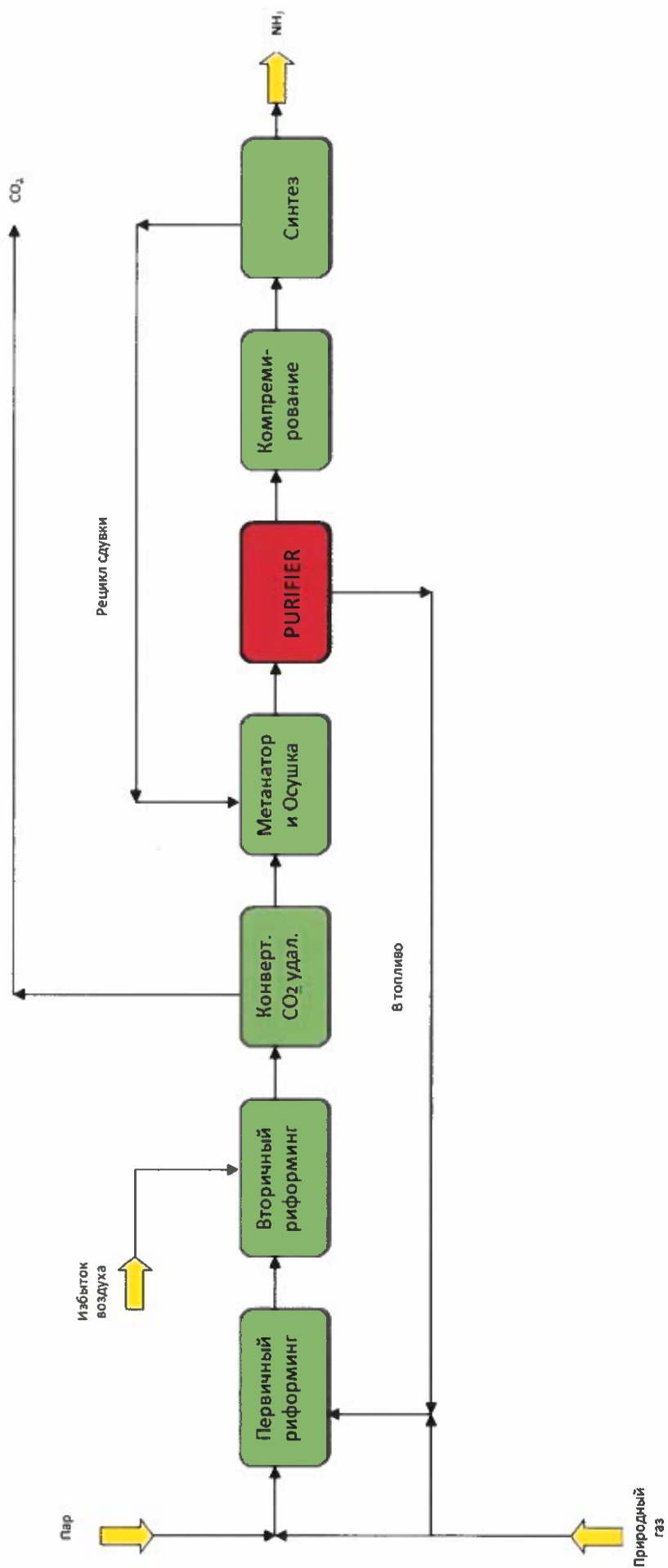


Схема 2. Технологическая схема производства аммиака на предприятии.

## 2. Методология оценки выбросов ПГ на предприятии

Для оценки выбросов ПГ от различных категорий источников, включенных в границы исследования, использовались методологические рекомендации МГЭИК для проведения инвентаризации парниковых газов (2006 года), предусматривающие разные уровни детализации и точности исходных данных.<sup>1</sup>

### Методология по оценке выбросов парниковых газов при производстве основной продукции (аммиака)

Согласно МГЭИК, на выбросы CO<sub>2</sub> при производстве аммиака влияют следующие процессы:

- конверсия CO при двух температурах в присутствии катализатора оксида железа, оксида меди и/или оксида хрома с образованием CO<sub>2</sub>;
- поглощение CO<sub>2</sub> в скруббере горячим раствором карбоната калия, моноэтаноламина (МЭА), сульфинола (алканоламин и тетрагидротиофендиоксид) или других веществ;
- конверсия остаточного CO<sub>2</sub> в метан в присутствии никелевых катализаторов с целью очистки синтез-газа.

Производство аммиака – крупный неэнергетический источник промышленных выбросов CO<sub>2</sub>. Основное количество выбросов CO<sub>2</sub> на заводах, использующих каталитический паровой риформинг природного газа, происходит в процессе регенерации CO<sub>2</sub> из промывного раствора скруббера; в меньшем количестве выбросы происходят при отгонке конденсата.

Для оценки выбросов CO<sub>2</sub> используются данные о производстве аммиака.

Рекомендуемый МГЭИК подход к расчету выбросов CO<sub>2</sub> от производства аммиака (риформинг, природный газ, современное производство, соответствующее Европейским стандартам) предполагает использование коэффициента выбросов 1,694 т CO<sub>2</sub>/ т аммиака.<sup>2</sup>

### Процессы, связанные с поставкой природного газа для производства основной продукции

Поставки природного газа на предприятие направлены на использование газа для производства аммиака и выработки энергии для производственных целей. Согласно

<sup>1</sup>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

<sup>2</sup> 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 3: Chemical Industry Emissions, стр. 3.15.

методике МГЭИК, в этом случае необходимо учитывать фугитивные эмиссии ПГ, связанные с возможными утечками газа, технологическими и иными выбросами.

В случае измерения потерь газа на предприятии инструментальными методами, данные измерений могут использоваться для оценки фугитивных эмиссий ПГ. При отсутствии измерений, рекомендуется проводить оценку с помощью расчетных методов.

#### **Потребление топлива для производственных нужд**

При сжигании ископаемых видов топлива для выработки тепловой и электрической энергии могут использоваться методы измерений выбросов ПГ либо расчетные методы.

Для данного источника МГЭИК рекомендует проводить оценку трех видов парниковых газов, образующихся в процессе сжигания топлива: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O.

#### **Потребление электрической и тепловой энергии от сторонних поставщиков**

Согласно информации, полученной от Заказчика, поставляемая предприятию тепловая энергия производится с использованием природного газа. В этом случае для оценки выбросов ПГ, связанных с производством этой энергии, следует применить расчетные методы.

#### **Потребление энергии для транспортировки готовой продукции**

Для вывоза части готовой продукции с территории завода используется железнодорожный транспорт, потребляющий дизельное топливо. В этом случае для оценки выбросов ПГ, связанных со сжиганием топлива, следует применить расчетные методы.

#### **Образование отходов, связанных с производственной деятельностью**

На предприятии в 2020 году образовывались промышленные отходы и твердые коммунальные отходы (ТКО). Для оценки влияния отходов, размещенных на полигоне в 2020 году от производственной деятельности предприятия, использовалась модель IPCC Waste Model, рекомендованная для расчетов эмиссии метана от отходов.<sup>3</sup> Учитываются эмиссии только от размещенных на полигоне отходов. Типовая модель предполагает расчет эмиссий CH<sub>4</sub> за период как минимум 50 лет.

---

<sup>3</sup> IPCC Waste Model [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/IPCC\\_Waste\\_Model.xls](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/IPCC_Waste_Model.xls)

## Пересчет показателей выбросов ПГ в эквивалент CO<sub>2</sub>

Значения выбросов парниковых газов, согласно рекомендациям МГЭИК, приводятся в эквиваленте CO<sub>2</sub>. Для этого используются коэффициенты пересчета выбросов, представленные в различных видах парниковых газов, соответствующие показателям «потенциалов глобального потепления». Значения показателей рассчитываются по данным научных исследований с учетом «парникового эффекта» различных видов парниковых газов, временного горизонта прогнозирования и других факторов. Для расчетов используются данные, согласованные под эгидой РКИК ООН и МГЭИК.

В текущем Кадастре выбросов парниковых газов Российской Федерации используются следующие утвержденные коэффициенты глобального потепления<sup>4</sup>:

$$1 \text{ т CH}_4 = 25 \text{ т CO}_2\text{- эквивалента};$$

$$1 \text{ т N}_2\text{O} = 310 \text{ т CO}_2\text{- эквивалента}.$$

В данном исследовании сводные показатели эмиссии парниковых газов пересчитаны в универсальный индикатор расчетов - тонны CO<sub>2</sub>-эквивалента. Для пересчета данных, выраженных в тоннах углерода (С), в тонны CO<sub>2</sub>-эквивалента используются значения молекулярной массы и коэффициент пересчета, равный 44/12.

## 3. Результаты оценки выбросов ПГ

Представленные Заказчиком исходные данные о деятельности, необходимые для оценки выбросов ПГ по исследуемым источникам, были выражены в различных единицах измерения. Для проведения расчетов необходимо представить эти данные в единицах измерения, соответствующих методологии МГЭИК. Например, данные для расчета выбросов от сжигания топлива следует пересчитать из литров дизтоплива или млн куб м газа в сопоставимые показатели, выраженные в ТДж.

Сводные показатели в расчетных единицах по всем источникам, включенным в рассмотрение, представлены в Табл. 1. Для расчета объемов выбросов ПГ были

---

<sup>4</sup> Данные значения использованы согласно данным Кадастра выбросов парниковых газов РФ за 2021 год, источник: <https://unfccc.int/documents/273489>. Изменение значений коэффициентов глобального потепления (GWP) утверждается решениями Конференции Сторон РКИК ООН на основе уточненных научных данных, предоставляемых МГЭИК. Необходимо учитывать возможные изменения этих показателей в будущем при проведении инвентаризации выбросов парниковых газов, отличных от CO<sub>2</sub>.

использованы значения коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , рекомендованные МГЭИК для соответствующих категорий источников и производственных процессов.

Для оценки выбросов метана от размещения промышленных отходов использовалась модель IPCC Waste Model, рекомендованная МГЭИК для соответствующей категории отходов. Расчет производился для объема промышленных отходов, образованных в 2020 году, а горизонт моделирования эмиссии метана составил 2021-2070 гг. (согласно модели МГЭИК). Твердые коммунальные отходы (ТКО) составляют крайне незначительную величину, расчеты выбросов метана от их размещения не проводились, согласно критерию значимости МГЭИК (если выбросы не превышают 1% суммарных выбросов ПГ, источник можно не включать в оценку).

Для пересчета выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в эквивалент выбросов  $\text{CO}_2$  использовались значения потенциала глобального потепления, одобренные МГЭИК.

**Суммарный объем выбросов ПГ от всех рассматриваемых источников за 2020 год составил 1 807 885 тонн  $\text{CO}_2$ -эквивалента (Табл. 2), структура выбросов представлена на Рис. 1. На долю производства основной продукции (аммиака) приходится 1 684 105 тонн  $\text{CO}_2$ -эквивалента (93,2% от суммарных выбросов ПГ). Выбросы от сжигания топлива для производственных нужд составили 73 081 тонн  $\text{CO}_2$ -эквивалента (4,0%), фугитивные эмиссии ПГ - 26 005 тонн  $\text{CO}_2$ -эквивалента (1,4%).**

Таблица 1. Сводные данные о показателях деятельности для оценки выбросов ПГ на предприятии в расчетных единицах, согласно МГЭИК, 2020 год.

Показатели	Показатели в расчетных единицах	
<b>1. Выбросы от производства основной продукции</b>		
Производство аммиака (риформинг, природный газ)	994159	тонн
<b>2. Фугитивные эмиссии ПГ от процессов, связанные с поставкой природного газа для производства основной продукции</b>		
Объем годового потребления природного газа	943,9	млн куб м в год
<b>3. Выбросы от сжигания топлива для производственных нужд</b>		
Природный газ	1297,0	ТДж
Бензин	1,1	ТДж
Дизельное топливо	1,2	ТДж
<b>4. Косвенные выбросы от потребления электрической и тепловой энергии от сторонних поставщиков</b>		
Тепловая энергия (пар)	30,8	ТДж
Электроэнергия	46589.991	тыс кВт-ч
<b>5. Выбросы от потребления энергии для транспортировки готовой продукции</b>		
Потребление дизельного топлива	3,3	ТДж
<b>6. Выбросы от образования отходов, связанных с производственной деятельностью</b>		
Промышленные отходы (образование метана)	Расчеты по модели МГЭИК на период 2021-2070 гг.	
ТКО	Незначимая величина (менее 1% выбросов ПГ)	

Источник: расчеты авторов по исходным данным Заказчика.

Таблица 2. Оценки выбросов ПГ на предприятии, 2020 год.

Источник выбросов ПГ	Выбросы ПГ, т CO <sub>2</sub> -эквивалента
1. Производство аммиака	1 684 105
2. Управление природным газом (фугитивные эмиссии)	26 005
3. Сжигание топлива для производственных нужд	73 004
4. Потребление энергии от внешних поставщиков	22 833
5. Транспортировка готовой продукции	253
6. Образование отходов	1 685
Всего	1 807 885

Источник: расчеты авторов.

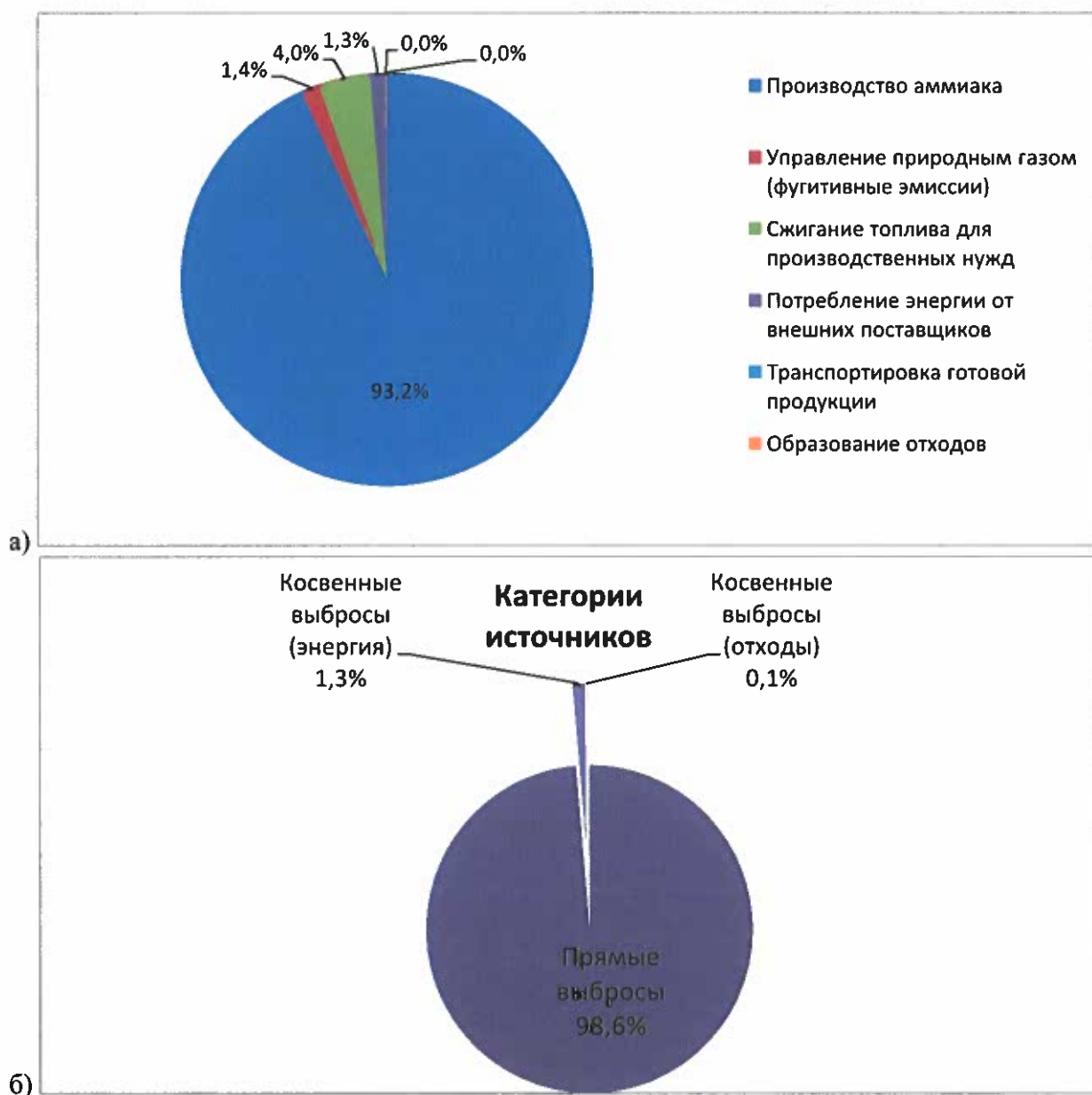


Рис. 1. Структура выбросов ПГ на предприятии, 2020 г.: а) по видам источников, б) по категориям источников.



Косвенные выбросы от потребления электрической и тепловой энергии (пара) от внешних поставщиков составили 22 833 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента, выбросы от транспортировки готовой продукции с предприятия (ж/д перевозки) – 253 тонны CO<sub>2</sub>-эквивалента. Выбросы метана от образования и размещения отходов в расчете на хранение в течение 50 лет до 2070 года оценены по модели МГЭИК в 1 685 тонн CO<sub>2</sub>-эквивалента.

Удельный выброс ПГ на тонну произведенной основной продукции на предприятии составил в 2020 году 1,8 т CO<sub>2</sub>-эквивалента и 1 тонну аммиака. Согласно оценкам на 2016 год, среднемировой удельный уровень выбросов ПГ на 1 тонну произведенного аммиака достигал 2,9 т CO<sub>2</sub>-эквивалента / т аммиака, а средний показатель для Северной Америки оценивался в 2,1 т CO<sub>2</sub>-эквивалента / т аммиака<sup>5</sup>. В 2019 году оценка этого показателя составила 1,8 т CO<sub>2</sub>-эквивалента / т аммиака<sup>6</sup>. В представленных оценках, однако, не приводятся данные о том, какой охват источников выбросов ПГ был включен в расчеты.

В настоящее время рассматривается широкий спектр технологий, направленных на снижение углеродного следа производства аммиака, включая анализ жизненного цикла альтернативных технологий производства, использования безуглеродной энергетики, контроля за эмиссией ПГ на всех этапах конверсии, использования материалов и энергоресурсов. В качестве альтернативных подходов исследуются методы получения N<sub>2</sub> при криогенной дистилляции и H<sub>2</sub> от низкотемпературного электролиза с использованием энергии из возобновляемых источников, что может давать сокращение эмиссий ПГ до 91% по сравнению с традиционными технологиями<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup>Ammonia Industry, <https://ammoniaindustry.com/>

<sup>6</sup> Xinyu Liu, Amgad Elgowainya, Michael Wang (2020) Life cycle energy use and greenhouse gas emissions of ammonia production from renewable resources and industrial by-products, Green Chemistry, Issue 17, 2020; Global production capacity of ammonia, STATISTA <https://www.statista.com/statistics/1065865/ammonia-production-capacity-globally/>

<sup>7</sup> Xinyu Liu, Amgad Elgowainya, Michael Wang (2020) Life cycle energy use and greenhouse gas emissions of ammonia production from renewable resources and industrial by-products, Green Chemistry, Issue 17, 2020.