



Энерго-ресурсный аудит 2021

Отчет о проведение ресурсно-энергетического аудита производственного комплекса компании «Tasty coffee»

	Содержание	Стр.
1	Вводная часть.	3
2	Текущее состояние.	4
3	Схема ресурсно-энергетической модели текущая.	9
4	Анализ модели. Мероприятия по корректировке	14
5	Схема ресурсно-энергетической модели после улучшения.	36
6	Выводы	39
7	Приложения	42
А	Приложение А. Расчет электроэнергии	43
Б	Приложение Б. Расчет водоснабжение	44
В	Приложение В. Расчет солнечной электростанции	47
Г	Приложение Г. Расчет выбросов	54
Д	Приложение Д. Расчет рекуперации канализации	75
Е	Приложение Е. Локальные очистные сооружения	78
Ж	Приложение Ж. Расчет углеродного следа от персонала	79
З	Приложение З. Расчет углеродного следа от генерации электроэнергии	80
И	Приложение И. Расчет на временное понижение температуры	82
К	Приложение К. Углеродный след при транспортировке газа	83
Л	Приложение Л. Углеродный след от доставки сырья	84
М	Приложение М. Углеродный след от транспорта	85

Глава 1. Вводная часть.

1.1. Основание для проведения аудита- договор подряда №11-20/2 от 11.11.2020.

1.2. Цели работы:

1.2.1. Составить общую схему оборота всех входящих и исходящих ресурсно-сырьевых потоков для всего производственно-офисного комплекса.

1.2.2 Составить перечень мероприятий по:

- Повышению энергоэффективности комплекса зданий
- Снижения негативного воздействия: внешнего (на окружающую среду) и внутреннего (на сотрудников).

1.3. Методика проведения работы:

- Сбор информации от заказчика и из открытых источников
- Визуальное обследование объекта
- Инженерные расчеты.

1.4. Время проведения обследования – ноябрь- декабрь 2020 года, камеральная обработка результатов – декабрь- январь 2020-21 гг.

1.5. Обследование провел:

Засыпкин Д.В. – инженер-проектировщик (№ПИ-118998 в национальном реестре специалистов).

1.6. Подготовка отчета:

Засыпкин Д.В инженер-проектировщик (№ПИ-118998 в национальном реестре специалистов).

Лабинский Е.

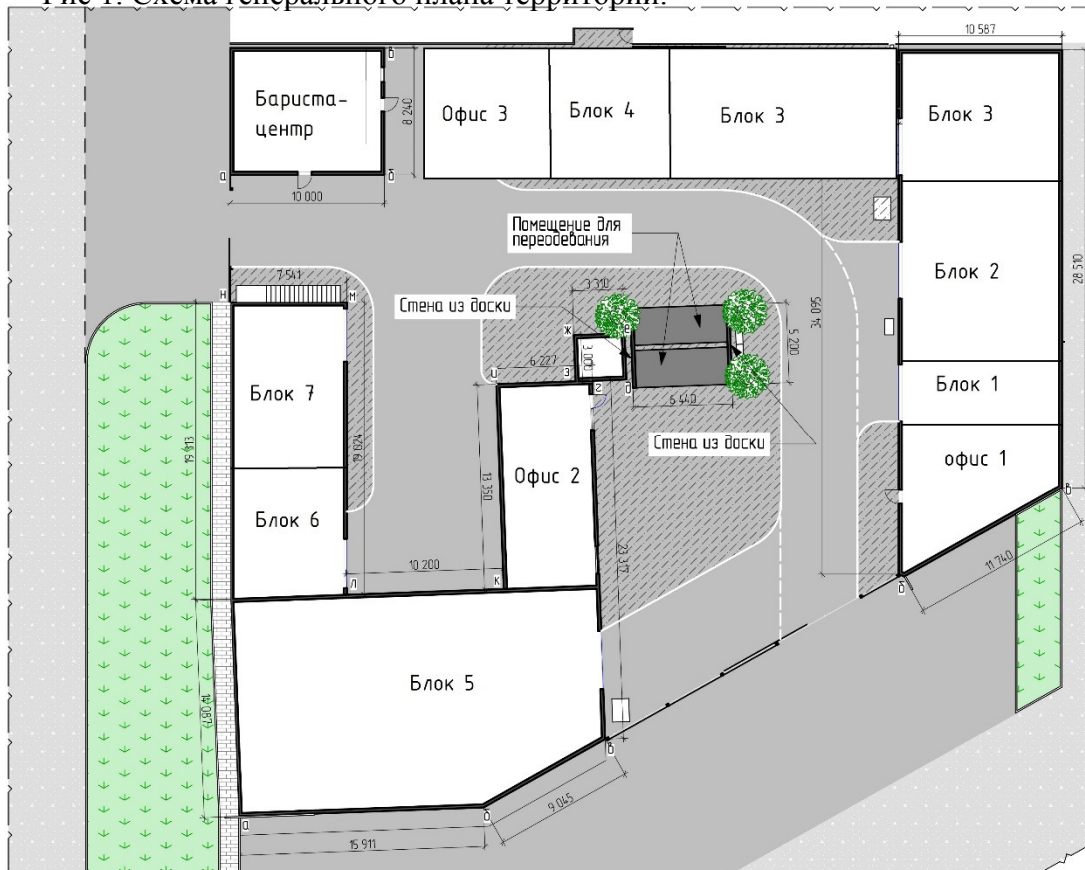
Глава 2. Текущие характеристики объекта.

Назначение здание: промышленно- офисный комплекс.

Основное производство: обжарка и фасовка кофе. Пристроенное офисное здание.

Комплекс состоит из 3-х зданий и внутренней территории.

Рис 1. Схема генерального плана территории.



2.1. Состав комплекса:

Здание 1 (общая площадь - 594 кв.м.):

- Офис 1 (2 этажа) – 12 постоянных сотрудников.
- Офис 3 (1 этаж, 2-й пока не эксплуатируется) – нет постоянных сотрудников
- Блок 1 – склад временного хранения готовой продукции
- Блок 2 – обжарочный цех (обжарка кофе)
- Блок 3 – Склад зеленого кофе
- Блок 4 – Склад упаковки
- Блок 1-4 – 4 постоянных сотрудников

Здание 2 (общая площадь - 593 кв.м.):

- Офис 2 (2 этажа)- 14 постоянных сотрудников
- Блок 5 (фасовочный цех, склад сопутствующей продукции)
- Блок 6 (склад готовой продукции - оптовый)
- Блок 5-6 – 20 постоянных сотрудников

- Блок 7 (склад готовой продукции – розница) – 5 постоянных сотрудников
- Столовая – нет постоянных сотрудников.

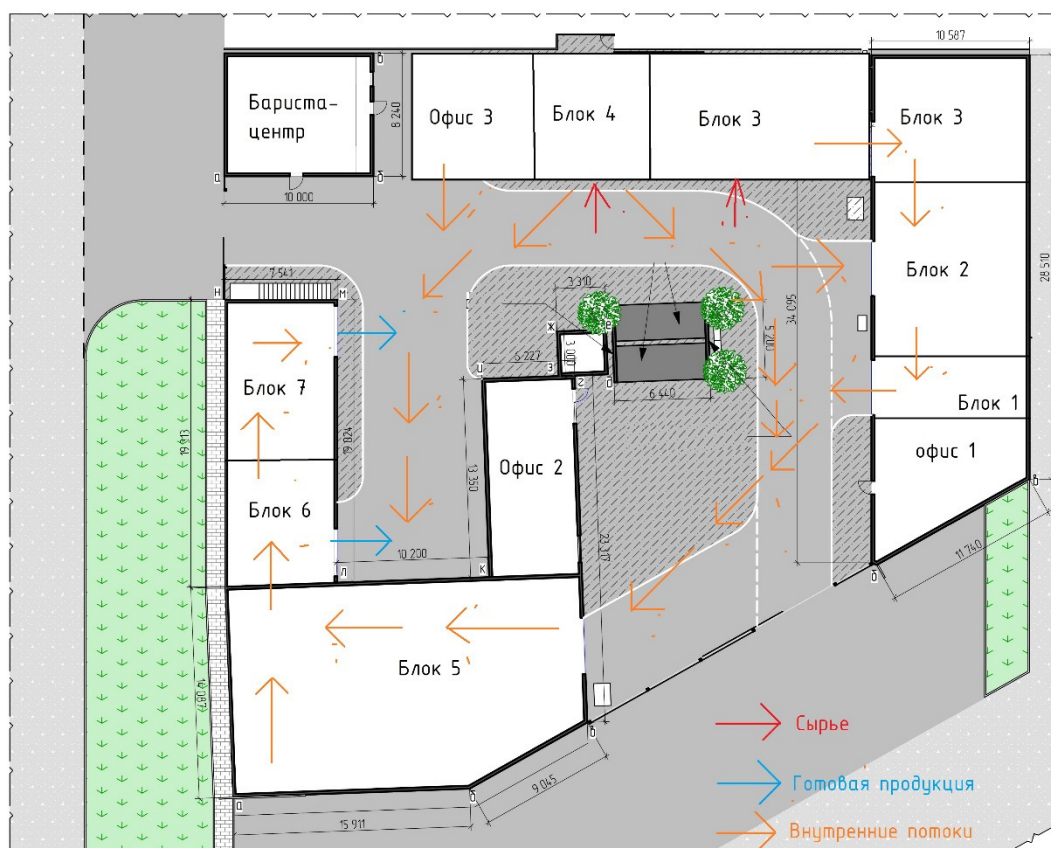
Здание 3

- Тренинг-центр (32.21 кв.м.)

2.2.Описание основного технологического процесса:

1. Сырье – зеленые кофейные зерна в мешках, поступают на склад сырья (блок 3) автомобильным транспортом (еврофура). Разгрузочные работы по 20 часов/месяц, круглый год при полностью открытых воротах.
Температурный режим склада зеленого кофе (нормируется) + 15С, влажность 50%.
2. Упаковка поступает на соседнее помещение (Блок 4), температурный режим жестко не нормирован (температура около 20С). Разгрузочные работы по 20 часов/месяц, круглый год при полностью открытых воротах. По мере необходимости переносится в блок 5.
3. Сырье в мешках поступает в обжарочный цех, где в специальных печах проводится его обжарка. Затем зерна пересыпаются в пластиковые емкости.
4. Пластиковые емкости поступают на временный склад хранения (блок 1), откуда затем через улицу перевозятся во временный склад в тамбуре блока 5.
5. Кофе из емкостей распаковывается и расфасовывается в фасовочном цеху блока 5.
6. Из фасовочного цеха поступает на блок 6 – склада готовой продукции, откуда осуществляется загрузка автотранспортом (малые грузовые автомобили) – при открытых воротах 15 часов/месяц, круглый год.
7. Склад сопутствующих товаров – на нем хранится дополнительная продукция (ароматизаторы для кофе, чашки, кофейные наборы и пр). На этот склад загрузка осуществляется через тамбур блока 5. Товар с этого склада поступает в блок 7.
8. Блок 7 – осуществляется комплектация товаров для интернет магазина, выгрузка осуществляется по при открытых воротах 35 часов/месяц, круглый год.

Рис.2. Технологическая схема потоков.



2.3. Конструктивные решения.

Наружные стены: (здание 1, здание 2 – пеноблок марки D600 (к-т теплопроводности 0,14) толщиной 200 мм.), *сопротивление теплопередачи* - 1,587 (м²х°С/Вт)

Наружные стены (здание 3): кирпичная кладка 380 мм, *сопротивление теплопередачи* - 0,752-(м²х°С/Вт)

Кровля:

-1 тип (все блоки, за исключением типа 2): по стропилам с утеплением минераловатными плитами 200 мм *сопротивление теплопередачи* - 3,9 (м²х°С/Вт).

-2 тип (офис 3, блок 4, блок 3): сэндвич- панели (базальт.) - 250 мм, *сопротивление теплопередачи* - 6,10 (м²х°С/Вт)

Полы по грунту: бетонные без утепления.

2.4. Основное технологическое и котельное оборудование:

- Встроенная котельная в здании литер А. Основное оборудование – газовый котел Protherm 100KLO, установленная мощностью 100 Квт. Труба- пристроенный к стене утепленный дымоход d180 мм, высотой около 5,0м над уровнем земли рядом со зданием

- Пристроенная котельная к литеру Б. Основное оборудование – газовый котел Protherm 100KLO, установленная мощностью 100 Квт. Труба- пристроенный к стене утепленный дымоход d180 мм, высотой около 4,7м над уровнем земли рядом со зданием.

- Обжарочная печь Probat Probatone 25 typ2 ssg2 PC на природном газе, дымоход d150 мм 7,0м высотой

- Обжарочная печь Loring s15 falcon на природном газе, дымоход d150 мм 7,0м высотой

- Обжарочная печь Loring s70 peregrine model на природном газе – 2шт, дымоход d150 мм 7,0м высотой.

- Giesen sample roaster- 1 шт. - на природном газе – 2шт, дымоход d150 мм 7,0м высотой

2.5. Система отопления:

Система отопления: водяная двухтрубная от существующих газовых котельных.

Приборы отопления: металлические гребенки (в производственных помещениях), в офисных помещениях - алюминиевые радиаторы.

Счетчики на отопление- отсутствуют.

Расходы на отопление определены исходя из фактических расходов на газоснабжение.

2.6. Существующая система вентиляции и кондиционирования:

Централизованная система кондиционирования и вентиляции отсутствует, выполнена в некоторых отдельных помещениях.

Здание 1 (594 кв.м. общая площадь):

Офис 1:

1 этаж - Туалет – механическая вытяжка, канальный вентилятор в стену ВЕНТС 125 МА.

1 этаж – кондиционер в лаборатории, марка Ballu BSO-09HN1.

2 этаж - Туалет – механическая вытяжка, канальный вентилятор в стену ВЕНТС 125 МА.

2 этаж кондиционирование кабинетов -4 шт. марки Ballu BSD-07HN1.

Офис 3 (1 этаж)

Туалет – механическая вытяжка (бытовой вентилятор в стену- ВЕНТС 125 МА.
Душевые и раздевалки - механическая вытяжка марки SHUFT CFK 160 VIM.

Блок 1 – склад временного хранения готовой продукции:

Вентиляция и кондиционирование отсутствует

Блок 2 – обжарочный цех (обжарка кофе):

Приточно-вытяжная установка (уличного исполнения) с кондиционированием– блок охлаждения - марка Dantex DK-TS095BUSOHF, приточно-вытяжная установка komfovent Verso R-50-L-H-PM.

Дымоходы от обжарочных печей (5 печей) выходят в стену на улицу.

Блок 3 – Склад зеленого кофе:

Вентиляция отсутствует, имеется два увлажнителя воздуха (2 шт) – марка – Carel Humidisk 65, работы автоматическая на поддержание влажностного режима.

Два кондиционера в разных частях здания – марка Hisense AUW-60H6SP1 (2 шт)

Блок 4 –Склад упаковки

Вентиляция и кондиционирование отсутствует

Здание 2 (общая площадь 593 кв.м.):

Офис 2 (2 этажа):

1 этаж – туалет (только механическая вытяжка бытовая бытовой вентилятор ВЕНТС 125 МА

1 этаж – остальные помещения – вентиляция отсутствует.

Кондиционер марки Ballu BSD-07HN1.

Блок 5 фасовочный цех:

Вытяжная механическая вентиляция – вытяжной вентилятор SHUFT TUBE 315 XL.

Кондиционер(без притока) – марка Hisense AUW-60H6SP1

склад сопутствующей продукции – вентиляция отсутствует

Блок 7 (склад готовой продукции – розница) – вентиляция отсутствует

Столовая (над блоком 7) – вентиляция – механическая вытяжка (в стену) – бытовой вентилятор ВЕНТС 125 МА, внутренний блок кондиционера, марки Ballu BSD-07HN1.

Здание 3 Тренинг-центр (32.21 кв.м.):

Туалет – бытовой вентилятор в стене, марки ВЕНТС 125 МА).

Основное помещение – вентиляция отсутствует, кондиционер – марка Ballu BSD-07HN1.

2.7.Существующая система водоснабжения и водоотведения:

Водоснабжение: от собственной скважины, находящейся на промышленной площадке. Скважина не зарегистрирована, на нее нет документов, не известен дебет скважины, неизвестен анализ воды, периодический контроль за хим.составом воды отсутствует.

Сведения о предварительной очистке: отсутствуют

Приборы учета водоснабжения: отсутствуют

Горячее водоснабжение: от индивидуальных электрических водонагревателей.

Потребители холодной воды: санузлы в офисах и в производственных помещениях, обжарочные печи.

Водоотведение: в выгребные ямы, расположенные рядом, с последующим вывозом автотранспортом на городские очистные сооружения.

2.8.Сети электроснабжения.

Электроснабжение – от городской сети через вводно-распределительное устройство.

Основные потребители: технологическое оборудования, освещение, офисное , оборудование, инженерное оборудование (вентиляция, кондиционирование, горячая вода).

Источник электроэнергии- Ижевская ТЭЦ-1.

2.9.Сети газоснабжения:

По территории проходят газопроводы (наружное исполнение), для газоснабжения – котельных и обжарочных печей.

Приборы учета газа находятся в двух котельных: первый счетчик (обжарочные печи+ котел для блока 1-4), второй счетчик (отопление блока 5-7).

Глава 3. Описание текущей ресурсно-энергетической модели.

По результатам полученных от заказчика данных, а также по результатам инженерных расчетов, определены следующие входящие и исходящие потоки.

А) Входящие потоки:

1. **Электроэнергия – 249 144 кВт-час/год (согласно данных по счетчику)**

Тариф – 7,0 руб./кВт-ч

Расход по отдельным потребителям рассчитан исходя их характеристик оборудования, существующих проектов (см приложение А)

Источник электроэнергии – Ижевская ТЭЦ-1, основной вид топлива – природный газ.

Эффективность ТЭЦ согласно открытых источников - 65%.

2. **Природный газ – 76 574 куб.м/год, в том числе**

Отопление – **16 540 куб.м.**

Обжарочные печи - **60 034 куб.м.**

Тариф – 7,126 руб/куб.м.

3. **Кислород.** Для поддержания процесса горения в котельных, обжарочных печах и для дыхательного процесса сотрудников компании. Рассчитан исходя из количества персонала, характеристик оборудования,

Для сравнения – один Га взрослого соснового леса (60 лет) производит 10 900 кг кислорода/год

Для обжарочных печей – **153 155 кг/год (14,05 Га леса)**

Для котельных – **42 214 кг/год (3,87 Га леса)**

Для дыхательного процесса – **6 836 кг/год (0,62 Га соснового леса)**

4. **Вода – 2 272 куб.м./год, в том числе:**

Производство – **1 860,5 куб.м/год**

Офис – **411,5 куб.м./год**

Ввиду отсутствия счетчиков на водоснабжение, расход на водоснабжение посчитаны исходя из количества сотрудников, санузлов в соответствии с СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий», с учетом поправки на данные по канализационным стокам. Данные по потреблению обжарочными печами взяты из паспортов на оборудование. Расчет **см. приложение Б).**

5. **Вода питьевая, бутилированная привозная – 9 600 л/год.** Вода – из минерального источника, расположенного в с.Киясово.

6. **Сырье и материалы.** Зеленый кофе в мешках - **1 680 000 кг/год**

Упаковка. Пакеты для кофе - **2 400 000 штук/год**

Бумага – **1 020 кг/год**

Скотч – **960 кг/год**

Средства гигиены – **1 020 кг/год**

7. Человеческие ресурсы: 54 человека (29- производство, 25 – офис),

всего: **125 550 ч/час, в т.ч.**

85 550 ч/час – производство

40 000 ч/час - офис

8. Природные ресурсы (в данный момент - неиспользуемые.):

Дождевая вода – **805 куб.м/год (см прил.Б)**

Солнечная радиация – **1 265 кВт-ч/м² в год (см.прил.В)**

Б) Исходящие потоки:

1. **Полезный продукт.** Кофе упакованный – **1 440 000 кг/год, 2 400 000 уп./год**

2. **Отходы:**

2.1.Жидкие:

- Канализация (серые стоки) **528** куб.м./год (данные от заказчика)
- Ливневые стоки – **805** куб.м/год (расчетные)

2.2.Твердые:

- кофейные зерна (брак) – **24 000** кг/год (данные от заказчика)
 - Мешки – **28 000** штук/год (данные от заказчика)
 - ТБО (несортированные) – **12,9** куб.м/год (данные от заказчика)
- Тариф на вывоз ТБО – **5 719 руб/ куб.м**

2.3.Газообразные:

- Азота Диоксид – **71,78** кг/год (расчетн)
- Азота оксид – **11,66** кг/год (расчетн)
- Сажа – **0,02** кг/год (расчетн)
- Оксид углерода (угарный газ) – **249,87** кг (расчетн)
- Смесь предельных углеводородов – **0,04** кг/год (расчетн)

2.4.Энергетические, энергопотери:

- Канализация **15 400** кВт-ч/год
- Через контур здания – **140 374** кВт-ч/год
- Через вентиляцию и кондиционирование – **16 514** кВт-ч/год
- При погрузке/разгрузке – **8 257** кВт-ч/год

В) Углеродный след

Углеродный след (англ. Carbon footprint) – совокупность всех выбросов парниковых газов, произведенных прямо и косвенно отдельным человеком, организацией, мероприятий или продуктом, выраженным в эквиваленте углекислого газа (CO₂).

Входящие и исходящие потоки энергии, сырья и ресурсов оставляют за собой углеродный след:

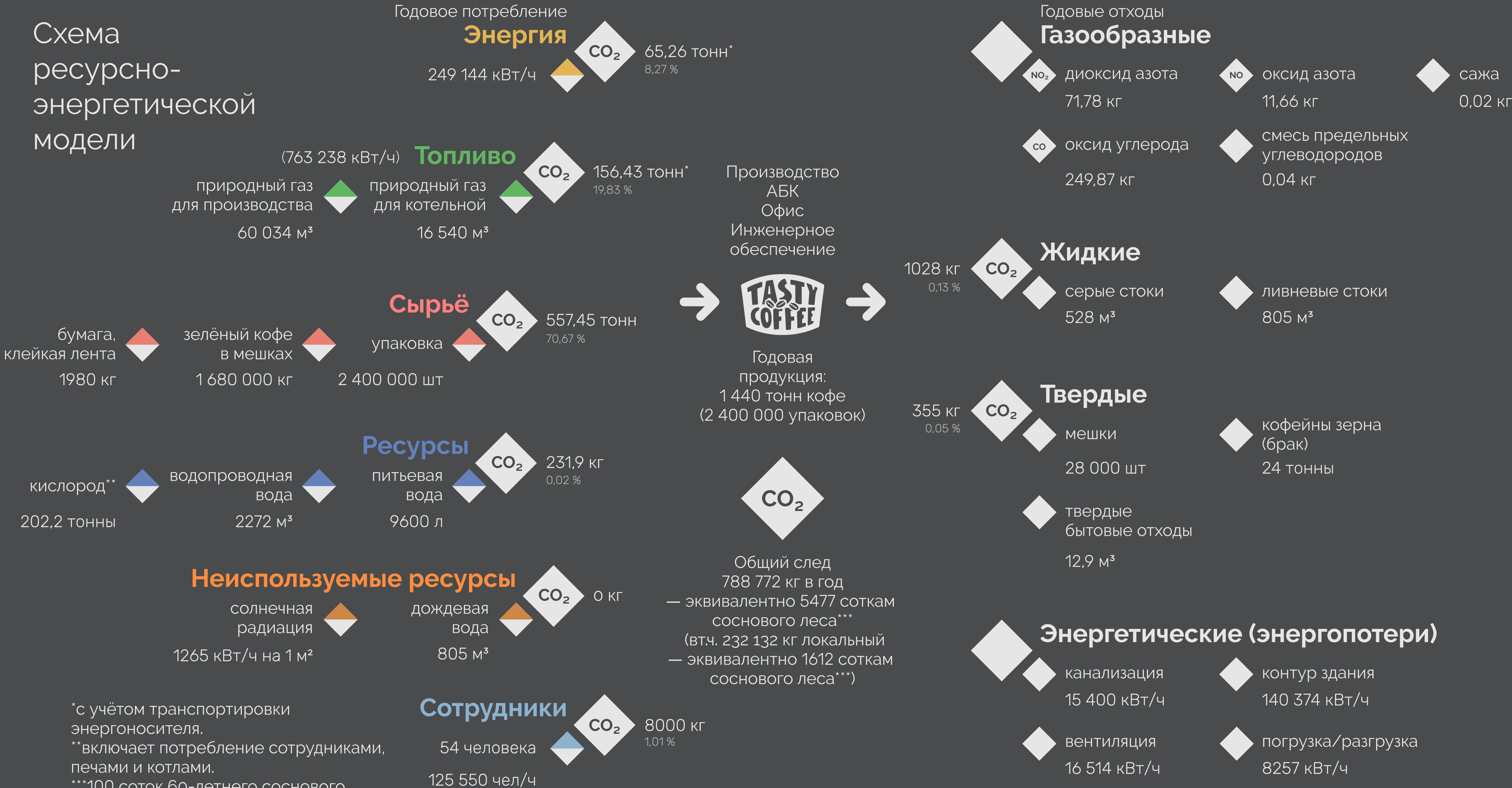
1. Энергия. Электроэнергия производится на газовой электростанции, сжигание природного газа имеет значительный углеродный след.
2. Сжигание природного газа в печах и котельных, также оставляет значительный углеродный след.
3. Сотрудники. При дыхании в зависимости от типа физической активности, выделяется углекислый газ.
4. Доставка сырья и материалов. Наибольший объем углеродного следа приходится на доставку зеленых зерен. Для расчета принята доставка из Бразилии (порт Порталеза) морским контейнерными судами в морской порт г. Санкт-Петербурга, далее автомобильным транспортом типа «еврофура» до г.Ижевска
5. Транспортировка бутилированной воды (с.Киясово – 67 км).
6. Бумага, лента. От производства и транспортировки.
7. Водопроводная вода. Углеродный след от работы скважинного насоса (ср.значение – 0,2 кВт-ч/ куб.м.).
8. Транспортировка стоков ассенизаторскими машинами (до очистных сооружения г.Ижевска).
9. Вывоз мусора (до полигона ТБО на нылгинском тракте- 32,0 км).
10. Транспортировка газа от месторождения в Ямало-Ненецком АО (п.Уренгой) по магистральному водопроводу Уренгой-Надым-Ханты-Мансийск –Пермь-Ижевск (1860 км). Углеродный след включает в себя добычу, транспортировку и вспомогательные процессы. Включает в себя газ как для котельной и печей, так и для производства электроэнергии на электростанции.

Сравнительная характеристика - 1 га 60-летнего соснового леса – поглощает в среднем
14 400 кг CO₂/год,
1 тонна CO₂= 7 соток леса (700 кв.м.).

Годовой углеродный след

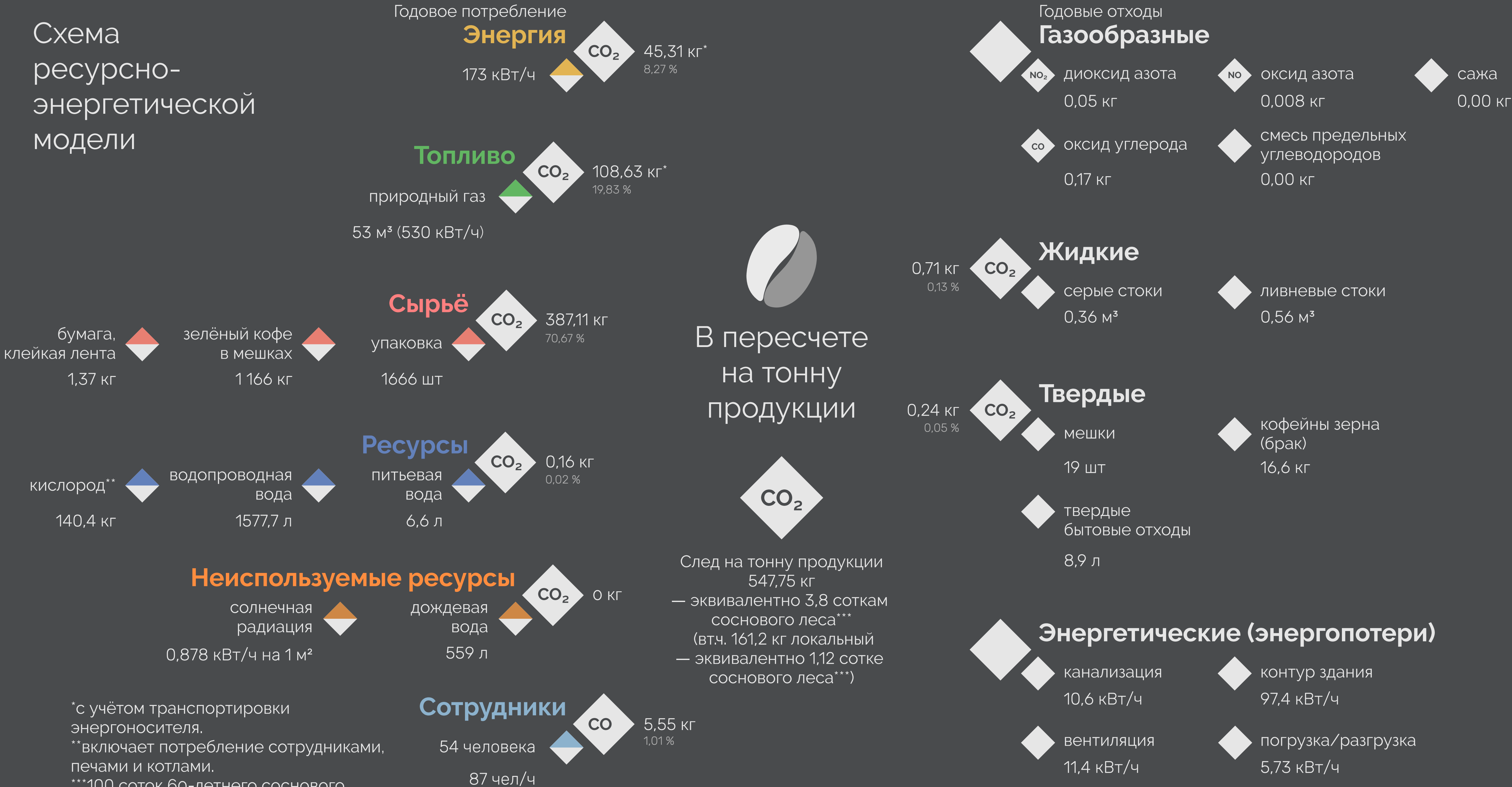
	Источник	CO ₂ , кг/год	%	сосновый лес, сотка (100кв.м.)
	Технологический процесс			
1	Печи	110 152,00	13,96%	764,94
2	котельные	30 348,00	3,85%	210,75
3	Люди (персонал)	8 000,00	1,01%	55,56
	Сырье и материалы			
4	доставка сырья (зеленые зерна)	556 639,78	70,57%	3 865,55
5	транспортировка воды бутилиров	37,60	0,00%	0,26
6	Бумага, лента	817,00	0,10%	5,67
7	Водопроводная вода (скважина)	194,30	0,02%	1,35
	Транспорт			
8	ассенизаторские машины	1 028,00	0,13%	7,14
9	вывоз мусора	355,00	0,05%	2,47
	Косвенный процесс:			
10	Производство Электроэнергия (ТЭЦ-1)	58 600,00	7,43%	406,94
11	Транспортировка газа (печи+котельные)	15 939,76	2,02%	110,69
12	Транспортировка газа (ТЭЦ-1)	6 661,17	0,84%	46,26
	ИТОГО	788 772,61	100,00%	5 477,59

Схема
ресурсно-
энергетической
модели



*с учётом транспортировки энергоносителя.
**включает потребление сотрудниками, печами и котлами.
***100 соток 60-летнего соснового леса поглощает ~14,4 тонн CO₂ в год.

Схема
ресурсно-
энергетической
модели



*с учётом транспортировки энергоносителя.
**включает потребление сотрудниками, печами и котлами.
***100 соток 60-летнего соснового леса поглощает ~14,4 тонн CO₂ в год.

ГЛАВА 4. Анализ существующей модели. Мероприятия

Для того чтобы оптимизировать ресурсно-энергетическую модель предприятия, снизив расходы ресурсов, энергии, отходов и загрязнение среды, есть четыре основных принципа:

1. Уменьшение входящих потоков.
2. Уменьшение исходящих потоков.
3. Цикличное использование исходящих потоков как в цикле самого предприятия, так и других предприятий.
4. Локальная генерация собственных входящих потоков.

Один принцип может влиять на другой: уменьшение входящих потоков уменьшает исходящие потоки, цикличное использование исходящих уменьшает использование входящих и т.д.

Далее все мероприятия рассматриваются по всем входящим и исходящим потокам исходя из вышеописанных принципов.

А - Входящие потоки:

4.1.Топливо.

Основной расход всего газа приходится на технологическое оборудование – около 78%.

И только 22% на отопление комплекса. Существующее технологическое оборудование обладает высокой степенью энергетической эффективности в своем классе, поэтому снижение расходов газа заменой оборудования не предоставляется возможным.

Однако даже при самом идеальном технологическом процессе всегда можно найти эффективность как минимум в 1-2%. Рекомендуем проверить оптимальность загрузки печей, для исключения «холостого» хода, для снижения расходов газа на тонну продукции, то есть сделать так, чтобы загрузки печей были максимально приближены к паспортным данным.

Кроме того, необходимо проверить оптимальность времени между циклами обжарки, горелка в печи на минимальном расходе в «режиме ожидания» также потребляет газ, а полезной продукции не производит. Для контроля предлагается установить на каждую печь собственный узел учета газа (узел технического газа) и отслеживать расходы по каждой печи за смену/неделю и т.д. Это позволит сравнить расходы газа на тонну продукции и оптимизировать эффективность.

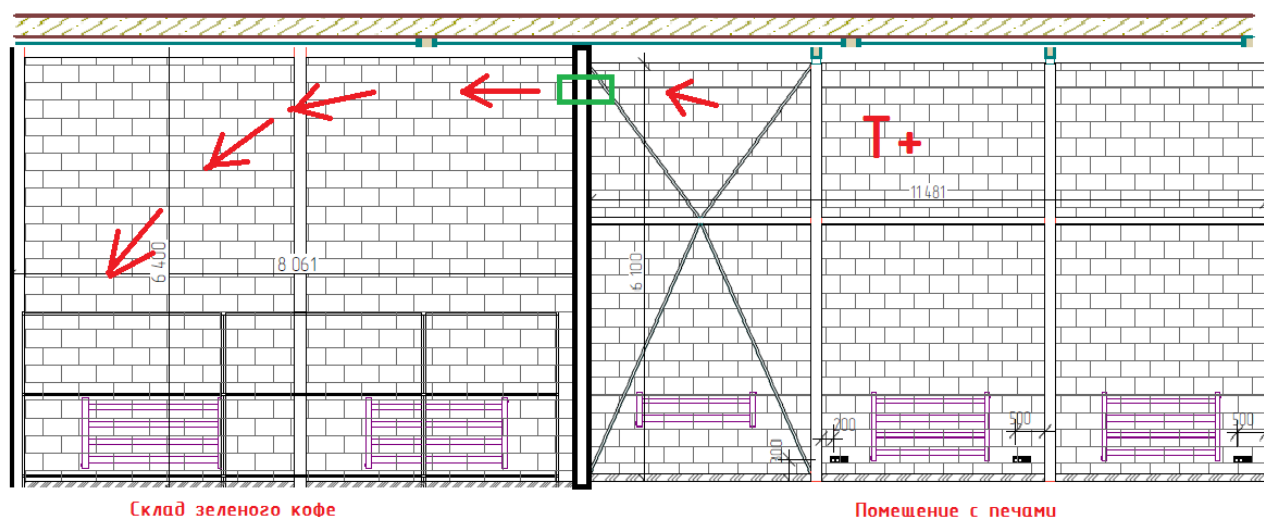
Расход газа на обжаривание 1 тонны кофе составляет 41,7 куб.м. при существующей калорийности это равняется 425 квт-часов, это без учета электроэнергии, затраченной оборудованием. Для сравнения столько потребуется 2 кВт чайнику для того чтобы вскипятить 3,2 тонны воды. Несмотря на повышенную эффективность обжарочной печи, наличие систем рекуперации, средняя температура исходящих из трубы газов согласно паспорта на оборудование – 760 С. Для сравнения блочно-модульные газовые котельные имеют температуру исходящих газов – около 160-180С.

Таким образом тепловыделения от самих печей, и от исходящих дымовых газов теоретически можно использовать для обогрева помещений. Готовых инженерных решений для таких целей нет, как нет и точных методик для подобных расчетов. Точный расчет можно дать только эмпирическим (опытным) путем. Но принципиально возможно непосредственно использование двух методов – это использование нагретого воздуха в обжарочном помещении

и использование воды для теплосъема с нагретых дымовых труб (если приближенно – то трубы огибаются вокруг трубы и через них проходит холодная вода).

Примерный тепловыделения от печей непосредственно через корпус – около 10,0 кВт.

Это примерно 5% от общего теплопотребления. Возможно передать часть тепла от помещений печей в соседнее помещение склада зеленого кофе пробив вентиляционное отверстие с закрывающейся решеткой под потоком помещения. Воздух будет циркулировать с помощью конвекции по соседнему помещению. В летнее время и переходный период, когда тепловыделения будут избыточными, вентиляционную решетку можно будет закрывать.



Аналогично можно, после дополнительного исследования воздуха, можно предусмотреть прокладку вентиляционного канала из помещения обжарки на лестничную клетку офиса 2 (горизонтальная ветка через склад временного хранения блок 1 и подсобное помещение), таким образом можно обеспечить подачу теплого воздуха из помещений обжарки в лестничную клетку офиса 2, для нагрева воздуха в помещении офиса.

Использование теплосъема с помощью воды с дымоходов практически при существующих планировках не представляется возможным, ввиду сильной распределенности помещений по территории. Более подробно об этом можно прочитать в выводах к данному отчету.

При проведении визуального обследования выяснилось, что внешние стены зданий из пеноблока толщиной 200 мм не соответствуют существующим нормам к тепловой защите зданий. Из всех энергопотерь – потери через стены составляют большую часть. Поэтому рекомендуем утеплить здание, в качестве утепления здания мы предлагаем выполнить 100 мм фасадных плит типа «Пеноплекс», и покрытие штукатуркой с покраской поверх утеплителя. Это даст 53% уменьшение общих теплопотерь, и соответственно столько же в объеме топлива на отопление (8770 куб.м./год).

Однако, утепление стен приводит не только к уменьшению теплопотерь зимой, но уменьшению теплопоступлений через стены летом. Теплый воздух нагревает внешние стены, тепловая энергия поступает внутрь. Практически все производственные и офисные помещения кондиционируются в летнее время. При чем, для некоторых помещений со слов персонала, кондиционеры используются и для обогрева (недостаток системы отопления). Кондиционеры используют электроэнергию, поэтому утепление принесут также примерно

такую же экономию электроэнергии на охлаждение. Оценочный расход на систему кондиционирования- 40 000 квт-ч/год, экономия – до 21 200 квт-ч/год.

Общая площадь стен – 1854 кв.м. При средней расценке в 1300 руб./кв.м. (работа + материалов) стоимость примерного утепления составит 2 410 200 руб. Стоит отметить что если бы утепление было бы сделано при ремонте здания, то стоимость его была бы на 50% меньше (за счет того что не надо 2 раза выполнить фасад), а если сразу при строительстве здания то было бы меньше на 60% .

Также стоит отметить, что утепление здания закрывает все «протечки» тепла, которые в нем имеются – плохо загерметизированные швы между гермоблоками, дефекты самих блоков, мостики холода и пр. Эти существующие утечки не поддаются оценке без проведения комплексного тепловизионного обследования здания, поэтому в расчет не принимались. Но по факту, они дополнительно помогут снизить теплопотерь, и теплопоступления.

На данный момент через ворота склада сырья и исходных материалов (блок 3-4), а также выгрузки готовой продукции (блок 6-7) погрузочно-разгрузочные работы осуществляются при полностью открытых воротах по 20- часов в месяц. Тепловые завесы или тамбуры при этом отсутствуют, что приводит к кратковременному охлаждению непосредственно этих помещений, а также смежных с ними. Блок 7-6 связан с блоком 5 незакрытым проемом. А блок 3 отделяет от блока 2 только пластиковая шторка. Кроме того, это приводит к кратковременному нарушению влажностного режима в блоке 3. Потери энергии от охлаждения помещения и поступления тепла от нагрева в летнее время составляют до 5% от общих расходов на отопление и кондиционирование. Воздействие от неконтролируемых сквозняков и перепадов температура на здоровье сотрудников не поддаются оценке, однако очевидно присутствуют.

Для снижения потерь рекомендуем, во-первых, установить двери в смежные помещения с разгрузочными складами, которые закрывать на время загрузки (например между помещениями блока 5 и 4). Установить воздушные завесы над воротами, или как самый оптимальный вариант – устройство разгрузочных тамбуров. Ввиду стесненности территории , не на все ворота можно будет организовать устройство разгрузочных тамбуров, поэтому самым дешевым и простым решением будет установка докшелтеров (герметизаторов ворот).



Оценка окупаемости в таблице ниже приведена условно, так как герметизаторы ворот являются устройством для улучшения технологического процесса погрузочно-разгрузочных работ, защите от осадков, пыли, влажности, а не только для энергосбережения.

В здании поддерживается средняя температура в 20С, кроме помещения для хранения кофе. Поскольку в нерабочее время в здании не находятся люди, допускается снижать температуру в здании до +10С, а затем за 1-2 часа ее поднимать до прежнего уровня. Сделать это можно просто с помощью существующих регулировок котла силами дежурного персонала, либо установкой небольших систем автоматики на отдельные ветки. Помещение склада зеленого кофе можно отключить от переменного температурного режима.

Сводная таблица рекомендаций:

	Мероприятие	Позитивное влияние	Примерная стоимость мероприятий, срок окупаемости
1	Оптимизация загрузки печей, установка узлов технического учета газа	Снижение: расхода газа от 2% в год: На 1 200 куб.м. газа (8 551 руб/год) Потребление O2- 3 061 кг/год На 2 453 кг CO2 (17,2 сотки леса)	10 000-15 000 руб. До 1,5-2 года
2	Утепление здания (стены) с последующей штукатуркой фасада	Снижение расходов газа на 8770 куб.м/год (62 500 руб/1-й год) Потребление O2- 22 375 кг/год 17 928 кг CO2/год (125 соток леса)	2 400 000 руб. До 10 лет* (с учетом экономии электроэнергии)
3	Устройство тамбуров для выполнения погрузочно/разгрузочных работ на складах сырья и готовой продукции	Снижение теплопотерь на отопление и кондиционирование на 5% На 822 куб.м Потребление O2- 2 097,23 кг/год	От 50 000 руб на 1 проем. 8-12 лет* (см примечание выше)

		На 1 680 кг CO ₂ (11,8 сотки леса)	
4	Устройство избытка тепловой энергии от обжарочного помещения для отопления соседних помещений	Снижение расхода газа до 5%/год: На 1 034 куб.м. газа (7 370 руб.) Потребление O ₂ - 2 638 кг/год На 2 113 кг CO ₂ (14,8 сотки леса)	10 000- 20 000 руб, 1-2 года
5	Ночное понижение температуры до +10С	Снижение расхода газа до 25%/год: На 4 135 куб.м. газа (29 466 руб.) Потребление O ₂ - 10 549 кг/год На 8 453 кг CO ₂ (59,1 сотка леса)	0 стоимость (При ручном переключении)

Примечание: Проценты уменьшения при экономии и количественное значение взято от существующего положения для каждой рекомендации, при уменьшении потребления ресурсов при реализации какого либо мероприятий, оценка для других справедливо уже с учетом уменьшения. То есть, нельзя просто сложить всю экономию от реализации вышеперечисленных мероприятий. Сводную модель от всех мероприятий – см ниже.

4.2.Электроэнергия.

Как видно из таблицы приложение А основных групп потребителей 4 шт:

Технологическое оборудование 49,4%

Освещение – 13,4%

Офисное оборудование – 10,72%

Инженерное оборудование – 26,48%

Наибольший потребитель – это технологическое оборудование, без изменения его типа и времени его работы снизить расход электроэнергии не предоставляется возможным. Поэтому рекомендуем перепроверить технологические карты в части оптимальности загрузки обжарочных машин, для снижения электроэнергии на тонну продукции. Как показывает практика, даже в оптимально организованном технологическом процессе необходимо

пересматривать тех.карты, и всегда можно повысить загрузку оборудования, а также снизить время между загрузками (включенное оборудования на минимальной мощности в «режиме ожидания» потребляет электроэнергию, но не производит полезную продукцию). Таким образом можно снизить потребление электроэнергии как минимум на 2%.

Для контроля предлагается установить на каждую печь собственный узел учета электроэнергии (узел технического учета) и отслеживать расходы по каждой печи за смену/неделю и т.д. Это позволит сравнить расходы электроэнергии на тонну продукции и оптимизировать эффективность процесса.

При визуальном обследовании выявлено отсутствие естественного освещения в блоках 5-6-7, и недостаточного естественного освещения в блоках 3-4. Кроме повышенного расхода на освещение данных цехов это еще и нарушение норм по естественному освещению (СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение), особенно в блоке 5-6-7. Естественное освещение улучшает микроклимат помещения, уничтожает часть микробов, позитивно сказывается на физиологическом состоянии человека.

Поскольку цеха имеют достаточную «глубину» относительно наружных стен, то естественное освещение согласно существующих норм, возможно полностью выполнить только с использованием верхнего освещения. Это можно выполнить устройством зенитных фонарей, либо устройством световодов (светопроводящих каналов).

Экономическое сравнение этих двух вариантов показывает, что использование световодов более выгодно, эффективность площади световодов выше, это уменьшает стоимость проведения работ, а также снижает эксплуатационные издержки – меньше теплопотери зимой и меньше нагрев в летнее время.



Пример зенитного фонаря.



Пример использования световода в здании молокозавода (Удмуртия), на фото слева все лампы искусственного освещения отключены.

Общая потребность в освещении делится между офисными помещениями (17%) и производственными (83%). Все освещение в цехах и офисе выполнено на данный момент с помощью светодиодных ламп, наиболее энергоэффективной технологии на данный момент.

Углубленный расчет показывает, что для достижения требуемого КЕО (коэффициента естественного освещения) для производственных помещений необходимо установка 22 световодов типа SW 700 (Компания Solargy, г. Ижевск) или аналог. Примерная стоимость оборудования с монтажом – 1 900 000 руб. Эта конфигурация поможет снизить использование светодиодных лампами примерно на 65%, что соответствует сроку окупаемости в 11-12 лет. Впрочем такое сравнение в данном случае уместно, но не вполне корректно, так как естественное освещение обязательно согласно существующих норм, то есть его нельзя заменить/сравнить с естественным, следовательно и корректней проводить сравнение с окнами или зенитными фонарями, чья стоимость установки и эксплуатации примерно в 2-2,5 раза выше. Поэтому далее в рекомендациях срок окупаемости стоит условно.

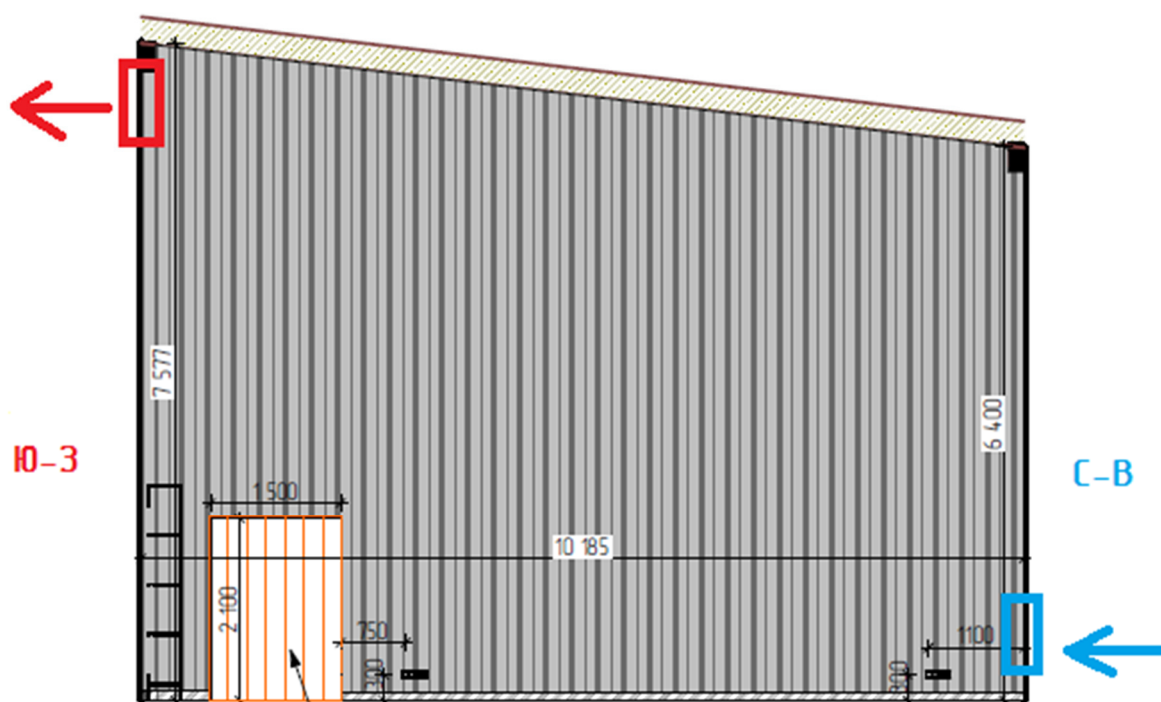
Что касается электросвещения, то выявлены помещения, которые используются редко, и при этом там возможны «протечки» освещения – не выключенный свет при отсутствии там человека, поэтому рекомендуем устройство датчиков света, либо таймеров отключения электроэнергии.

При проведении обследования не проводилось детальное изучение парка оргтехники, ввиду сложности и трудоемкости. Но в качестве рекомендации при последующей замене устаревшего оборудования или покупки нового стоит обращать внимание на потребляемую мощность оборудования. Оргтехника не подлежит обязательной сертификации по классам энергоэффективности, как например стиральные машины, но производитель все равно должен указывать потребляемую мощность. Например, для принтеров при схожей производительности (и цене) потребляемая мощность может отличаться на 10-50% между принтерами различных производителей, для мониторов отличие при схожей цене и характеристиках для разных производителей разница в энергопотреблении может 10-30%. Есть некоторая сложность в оценке системных блоков, так как они состоят из отдельных частей, поэтому необходимо оценивать каждый элемент в отдельности.

Таким образом можно добиться снижения затрат на электроэнергию, на 20-30% без переэлат, внимательным изучением паспортных характеристик при заказе оргтехники.

Утепление контура здания приведет к уменьшению теплоступлений через стены, а значит и уменьшению затрат на кондиционирование (см пункт 4.2. далее).

В помещении обжарочного цеха наблюдаются повышенные тепловыделения, делающие необходимым усиленное кондиционирование в теплое время год. Для этого в помещении стоит система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией и блоком охлаждения, она сохраняет тепло в зимнее время и холод в летнее. Но в помещении отсутствует система естественной вентиляции. Поэтому рекомендуем устроить системы летней сквозной естественной ночной вентиляции, основанной на перепаде температур.



На северной части внизу здания устраивается вентиляционное отверстие, со стороны северной части здания находится узкий проход между соседним, там постоянная тень и всегда значительно прохладней. На южной части в верхней части устраивается также вентиляционное отверстие/либо используется существующие окна над воротами. В результате нагрева воздуха на южной части возникает «всасывающая зона», в результате воздух из холодной зоны будет втягиваться в здание, охлаждая его. Это необходимо делать в нерабочее время при отключенной установке кондиционирования, охлаждая за ночь помещение. Возможно также использование такой системы в межсезонье.

По аналогичному принципу вентиляции можно использовать и в офисных помещениях и в рабочее время, снизив число работающего кондиционера. Окна офиса также выходят на северную сторону. Общие расходы на кондиционирование при такой вентиляции можно снизить на 5-7%. – см п.4.1.

Также рекомендуется установить общие сетевые фильтры для удобства выключения всех групп техники, либо ввести обязательны регламент по контролю за выключением оргтехники после рабочего дня, а не оставлении ее в режиме ожидания. Например, монитор потребляет от 2 до 5% от своей обычной мощности в режиме ожидания. Если, он 8 часов работает, а во вне рабочее время 16 часов «спит», то общее увеличение потребления энергии

составит 10%. Для системных блоков цифра может быть и больше в зависимости от конфигурации оборудования.

При выполнении визуального обследования, обнаружено, что в офисных помещениях на окнах расположены рулонные шторы. В холодный и солнечный зимний день (когда солнце расположено низко) на южной стороне офисных помещений шторы были закрыты, в помещении включен свет. Соответственно летом, шторы также будут закрыты для защиты от перегрева и прямого света. Такое решение зимой не позволяет проникать солнечному свету для обогрева и освещения помещения, увеличивая расходы на отопление и освещение. А летом, вынуждает отказаться от использования естественного солнечного света.

Наиболее простое решение – это использование горизонтальных жалюзи с отражающей поверхностью, позволяющих с помощью регулирования угла наклона, избежать засветки прямого солнечной радиации, но при этом используя естественное освещение зимой и летом.

Наиболее эффективным способом является устройство таких жалюзи с внешней стороны, что требует дополнительных электрических или механических приводов, либо просто повесить жалюзи внутри помещения, что значительно проще и дешевле при существующем положении, но их эффективность примерно в 2 раза меньше.

Ввиду относительно высокой стоимости электроэнергии, рассмотрена возможность перехода на источники возобновляемой энергии, а именно на установку собственной сетевой солнечной электростанции на кровле здания. Максимально рекомендуемый размер 150 кВт. Учитывая объем потребления электроэнергии, такая станция в максимальные для выработки месяцы (июль) будет покрывать 85-90% своей потребности, в минимальный (декабрь) 5-10% остальное забирать из сети. Таким образом не будут скапливаться излишки и нет потребности в дорогих накопителях энергии. Окупаемость примерно составляет 7-8 лет. Более подробно про расчет и подбор солнечной электростанции – см приложение В.

Примечание - Стоимости сэкономленной электроэнергии в год указаны за первый год (без учета повышения тарифа), срок окупаемости указан с учетом 3% повышения тарифов.

	Мероприятие	Позитивное влияние	Примерная стоимость мероприятий, срок окупаемости
	<i>Технологическое оборудование</i>		
1	Максимально возможная загрузка оборудования, исключение холостого хода, установка узлов технического учета электроэнергии на печи	Снижение: расхода электроэнергии для производства на тонну продукции: До 2% (1,5% в сред) До 2 000 квт-ч/год (14 000 руб) До 523,8 кг/CO2 (3,7 сотки леса)	10 000- 15 000 руб. До 1 года

	<u>Освещение</u>		
2	Установка датчиков движения в малоиспользуемые помещения (туалеты, раздевалки, душевые и пр)	снижение расхода на освещение электроэнергии до 2-3% до 1000 кВт-ч/год (7 000 руб) до 261 кг CO2/год (1,83 сотки леса)	5 000-10 000 руб, До 2-х лет
3	Установка световодов в кровле – производственных	Приведение к действующим санитарным нормам Улучшение микроклимата Позитивное воздействие на физическое и психологическое состояние сотрудников. Снижение потребления электроэнергии на освещение до 65% до 18 500 кВт-час /год (129 500 руб /год) до 4 845 кг CO2 /год (34 сотки леса)	1 900 000 руб. Условная окупаемость 11-12 лет* (см пояснение выше)
4	Контроль за выключением освещения сразу после ухода сотрудников охраной. Контроль «протечек» освещение	снижение расхода на освещение до - 1% до 350 кВт-ч/год (2 450 руб/год) До 91,7 кг/CO2 в год (0,65 сотки леса)	-
	<u>Офисная техника</u>		
	При обновлении парка оргтехники использовать технику с максимальным энергосберегающим классом	Снижение текущего расхода энергии До 20% До 5 500 кВт-ч (38 500 руб/год)	Затраты именно на энергоэффективность отсутствуют, если проводит постепенную замену взамен выходящей из строя/устаревшей в

		До 1 440 кг/CO ₂ (10 соток леса)	рамках плановой замены оргтехники.
	Установка сетевых фильтров на группу компьютеров для возможности выключения в конце рабочего дня.	Контроль «протечек», снижение расхода До 5% До 1 375 кВт-ч (9 625 руб/год) До 360 кг/CO ₂ (2,5 сотки леса)	-
	<u>Инженерные системы</u>		
	Использование жалюзи на окнах с южной стороны офиса 1	Снижение затрат на кондиционирование и освещение До 350 кВт-ч (2 450 руб/год) До 91,7 кг/CO ₂ (0,7 сотки леса)	5000-6000 руб 2-3 года
	Утепление контура здания (стены) – см раздел 4.1.	Уменьшение расходов электроэнергии на кондиционирование на 21 200 кВт-ч (148 400 руб./1-й год) 5 553 кг CO ₂ /год (38,877 соток леса)	
	Использование сквозной естественной вентиляции на летнее время	Уменьшение электроэнергии на охлаждение воздуха на 6% На 2 400 кВт-ч (16 800 руб./1й год) 628 кг CO ₂ /год (4,4 соток леса)	15 000 -30 000 руб До 1-2 лет
	Устройство докшелтеров в проемах (смотри совместно с п 4.1.)	Снижение теплопотерь на отопление и кондиционирование на 5%	См совместно с п 4.1.

		На 1500 кВт-ч На 392,9 кг CO ₂ (2,75 сотки леса)	
	<u>Собственная генерация</u>		
	Установка сетевой солнечной электростанции на кровле здания- (150 кВт) см. приложение В Экономия сетевой электроэнергии,	Снижение потребления сетевой энергии: На 59% до 148 281 кВт-ч/год (1 037 967 руб/год) До 38 840 кг CO ₂ /год (271 сотка леса (2,71 Га)	3 040 000 руб 7-8 лет

4.3. Сырье.

Как видно из модели, углеродный след от доставки зеленых зерен наиболее значителен – **556 639** кг CO₂/год. Из них 145 124 (**26%**) - это перевозка по суше, **411 515** кг CO₂/год (**84%**) - по морю.

Углеродный след на тонну перевозимой продукции сильно зависит от размера судна на котором он перевозится.

Так, например, углеродный след для судов до 2000 TEU (12 футовых контейнерных единиц) на тонну продукции почти в два раза выше чем для судов класса 5 000-10 000 TEU. В реальных морских перевозках используются различные суда, углеродный след на тонну может не соответствовать стоимости доставки

В расчете приняты средние значения. Если есть возможность уточнить информацию у импортеров о судах, то предпочтения надо отдавать компаниям, пользующимися более крупными и современными судами.

Что касается перевозки автотранспортом, то чем больше автомобиль, тем у него расход топлива на единицу груза меньше и соответственно углеродный след меньше. Из существующих автомобилей для грузоперевозок наименьший углеродный след оставляют современные дизельные грузовики, которые перевозят максимально допустимый груз. Для грузовиков типа «еврофура» этот показатель составляет от 20 до 25 тонн. Поэтому, например, если один расчетный рейс Санкт-Петербург – Ижевск совершает дизельный грузовик с грузом в 25 тонн, то он экономит **350 кг CO₂/рейс (2,6 сотки леса)** по сравнению с 20 тонным грузовиком.

Поэтому при импорте сырья, для снижения углеродного следа, следует принимать по возможности компании, которые используют минимально возможные транспортные цепочки, как по суше, так и по воде. А также максимально возможные по грузоподъемности суда/грузовики.

Для прочих материалов- бумаги, упаковки и пр., также рекомендуется использовать продукции производителей с наименьшим логистическим плечом. Углеродный след будет уменьшаться пропорционально уменьшению расстояния.

При использовании бумаги рекомендуется пересмотреть объемы использования бумаги, минимизировав использования бумажных носителей в пользу электронных.

Производство **1800** кг бумаги – это **817** кг CO₂/год, что эквивалентно поглощению углекислого газа **110** взрослыми соснами в течении года (помимо сохранения самих деревьев).

Что касается упаковки для кофе – **2 400 000** штук/год, то они относятся к 4 классу (LDPE) – полиэтилен низкой плотности (высокого давления), его принимают на переработку, но не везде.

Рекомендуем начать образовательную компанию потребителей продукции компании по информированию о возможности переработки упаковки от кофе. Можно рассмотреть географию поставок компании и составить карту местных переработчиков этого типа упаковки для городов- покупателей продукции компании.

4.4. Ресурсы.

Источником водоснабжения –является локальная скважина, что соответствует принципу использования локальной генерации входящих ресурсов, подсчет ее не ведется, вода – условно бесплатная.

Однако стоит отметить, что скважина не имеет документов и неизвестен ее дебет. Дебет скважины - это максимальное количество воды, которое допускается выкачивать из нее, физически это то количество воды, которое фильтруется естественным способом. Если дебет превышен, то это ведет к засорению скважины, истощению водоносного пласта и разрушению локальной гидрогеологической экосистемы.

Поэтому мы рекомендуем взять пробы и провести химический анализ воды для проверки ее на соответствие нормам. Возможно вода превосходного качества и ее можно использовать в качестве питьевой при небольшой дополнительной очистке (своя собственная очистная установка).

Потребность в питьевой воде относительно небольшая 9600 л/год, 800 л/мес, 40 л/раб.день. Поэтому в зависимости от химического анализа воды будет зависеть и цена установки для водоочистки.

Наибольший расход приходится на технологические процесс (более 80%) – **см приложение Б**, поэтому для снижения потребления воды рекомендуем те же самые мероприятия по оптимизации технологического процесса по аналогии с газом и электроэнергией, с единственным отличием что в режиме ожидания вода не расходуется, поэтому снижения можно добиться только, максимизировав загрузки печей, таким образом рассматривается снижение до 2%. Для управления этого процесса можно поставить счетчики воды на перед каждой печкой (технический учет воды), учитывая расход воды на каждой печке за смену/неделю и т.д.

Вторым по потреблению воды являются душевые в раздевалках. По этому для контроля за водопотреблением рекомендуем врезать в ветку водоснабжения офиса 3 счетчики технического учета воды, для контроля суточного/еженедельного потребления воды. Кроме этого рассмотреть возможность устройства вакуумных аэраторов на кранах. На данный момент аэраторы установлены, но обычные. Вакуумные аэраторы оснащены клапаном, повышающим давлением перед сеткой, что дает экономию в 30% по сравнению с обычными мембранными аэраторами.

	Мероприятие	Позитивное влияние	Примерная стоимость мероприятий, срок окупаемости
1	Установка водоочистного оборудования для производства питьевой воды.	Снижение стоимости- На 60 000 руб./год До 37,6 кг CO ₂ /год (3-4 сосны)	30 000-180 000 От 0,5 до 3 лет В зависимости от хим.состава воды
2	Оптимизация технологического процесса по обжарке кофе	Снижение: расхода воды от 38 куб.м./год От 4 кг CO ₂ /год	1500-3000 руб.
3	Установка вакуумных аэраторов воды на краны	Снижение потребления воды на 30% 120 куб.м/год От 12.5 кг CO ₂ /год	150-250 руб/кран

4.5. Сотрудники.

В ходе выполнения своих обязанностей сотрудники как биологические организмы во время дыхания производят углекислый газ- **8000 кг /год**, или в среднем по **30 кг/рабочий день**.

Углекислый уходит из помещений через вентиляцию, если она присутствует, через неплотности конструкций, при открытии дверей и т.д.

Нормальным значением согласно ГОСТ 30494-2001 – концентрация CO₂ в районе до 800 ppm (PPM - частей на миллион – спец.ед.изм).

-при повышении уровня концентрации до 1200 (уровень среднего качества) – возможно легкое недомогание

-более уровня 1500 ppm – усталость, сонливость, снижение концентрации внимания, головная боль.

-более 2500 ppm – опасный для здоровья уровень – апатия, синдром хронической усталости, возможные осложнения для организма

-5000 ppm – максимально допустимая концентрация на рабочем месте.

Ввиду отсутствия в большинстве помещений систем вентиляции, рекомендуем провести мониторинг уровня CO₂ на рабочих местах офиса и производства с помощью специальных стационарных приборов – детекторов CO₂. На рынке на данный момент имеется очень много подобной техники в разном ценовом диапазоне.

Снижению CO₂ от дыхания, естественно никак не поддается (нельзя меньше дышать), но можно использовать принцип локальной цикличности, для этого необходимо проводить озеленение рабочих пространств для поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода в процессе фотосинеза.

Полностью поглотить весь углекислый газ комнатными растениями – задача выполняемая только теоретически. Исследования в лабораториях NASA показывают что в абсолютно

герметичной комнате невозможно организовать экосистему для постоянного проживания человека, однако оценить это можно.

Один средний лист комнатного растения (10 на 5 см), не относящимся к растениям засушливых зон, выделяет 5 мл кислорода каждый час. Для дыхания среднему человеку необходимо 84 литра/час. На одну молекулу кислорода мы выделяем одну молекулу углекислого газа, таким образом для компенсации CO₂ необходимо – 16 800 листьев. Учитывая что растения поглощают кислород только при солнечном свете, а рабочий день длится в среднем на 20-30% меньше светового, получается примерно 13 000 листьев на человека. Среднее комнатное растение – это около 25-40 листьев, поэтому выходит по 320-520 растений на человека, или на всех сотрудников 16 000 – 27 000 штук на весь комплекс, примерно по 10-18 растений на 1 кв.м.

Очевидно, что невозможно разместить на рабочих местах на шкафах, столах и прочих такое количество растений. При этом стоит учесть, что микроорганизмы, живущие в почве для растений, наоборот поглощают кислород и выделяют углекислый газ, понижая эффективность растений.

Поэтому наиболее оптимальным решением на основании обозначенных проблем являются системы вертикального озеленения на основе гидропоники (выращивания без почвы, в субстрате). Например, такие:



Примерное число средних листьев на 1 кв.м. стены – до 900 штук, таким образом для компенсации всего CO₂ необходимо – около 700 кв.м. зеленой стены (или по 13.5 кв.м/сотрудника), что чуть меньше чем площадь стен свободная от мебели и оборудования.

Однако стоит отметить, что это расчеты для помещений «в вакууме», как например на орбитальной станции или для героя из фильма «Марсианин» и они не справедливы для реальных помещений, где так или иначе происходит воздухообмен между улицей и помещением и реально количество растений необходимых для нейтрализации CO₂ значительно меньше. Чтобы это точно определить необходимо проводить замеры CO₂ в течении дня в помещении.

Поэтому озеленение стоит рассматривать в качестве системы для естественной вентиляции и улучшения микроклимата, так как кроме поглощения углекислого газа и выделения кислорода, растения еще очищают и увлажняют воздух, задерживают пыль.

Зарубежные исследования показывают, что в помещениях, в которых имеется кратковременное превышение CO₂ в течении дня, например переговорные в которых может проводится какое-то собрание и сильное увеличение концентрации CO₂, система

вертикального озеленения 1,5 кв.м. площадью для переговорной комнаты на 8-10 человек может снижать концентрацию CO₂ до 40% на пиковой величине (в момент собраний).

Стоимость системы для вертикального озеленения от 3 000 руб/кв.м.

Необходимые ресурсы для такой системы это освещение (искусственное освещение присутствует на объекте в необходимом количестве), электроснабжения для насосов (менее 1 квт на 100-200 кв.м стены), и вода (возможность использовать дождевую воду – см далее раздел 4.6).

Исходя из вышеперечисленного мы предлагаем взглянуть на внутреннее озеленение не только как на декоративное мероприятие, но как на устройство на систему для поддержания микроклимата, рассмотрев его в первую очередь для офисных помещений, с максимальной концентрацией персонала.

Б – Исходящие потоки

4.6. Жидкие отходы.

Канализационные стоки

Все канализационные стоки накапливаются в выгребной яме, а затем вывозятся автотранспортом на городские очистные сооружения. Это влечет за собой затраты энергии и углеродный след от автотранспорта, а также энергозатраты на непосредственно очистных сооружениях г. Ижевска, которые также потребляют энергоресурсы, имеющие углеродный след. К сожалению для наших очистных сооружений даже примерные такие данные отсутствуют, поэтому этот углеродный след не учитывается.

Стоки со всего производственного комплекса характеризуются как хозяйственно-бытовые, причем значительно преобладают серые стоки (душевые, умывальники), а также небольшой объем стоков со столовой.

При этом годовой сток – 528 куб.м., а средней суточный – 1,5 куб.м. Это относительно немного и при этом этот небольшой сток вывозится на большое предприятие по переработке, где как правило, ввиду того, что просходит очистка стоков различной степени загрязнения, затраты энергии и углеродный след на 1 куб.м. больше чем при переработке столь относительно малого объема.

Поэтому возить небольшой объем обычных бытовых стоков на другой конец города на большие очистные универсальные очистные, это примерно как ездить на другой конец города в большой гипермаркет только за молоком и хлебом, который можно купить в магазине рядом.

Поэтому, согласно принципа цикличного использования (очистки), рекомендуем использовать локальную очистку для уменьшения длины цикла.

В качестве примера, рекомендуем рассмотреть бытовые локальные очистные сооружения типа ТОПАС, для такого объема подходит установка ТОПАС-С10 Пр. Вода очищается до уровня технической, ее допускается затем:

- сливать в грунт,
- сливать на рельеф
 - Использовать для полива территории и озеленения.
 - Использовать для технического водоснабжения, смыва в санузлах, мойки автотранспорта и техники.
 - В процессе образуется стабилизированный ил, который можно использовать для удобрений, продавать/либо использовать для собственных нужд (собственные деревья или растения).

Дождевые стоки.

Этот ресурс на данный момент вообще никак не используется, но только с кровель здания в течении год можно собирать до 464 куб.м. воды, это более 10% от общего расхода воды. И еще 341 с территории. Далее будем рассматривать стоки с кровли, так как их проще всего собрать и они более чистые.

Дождевую воды без очистки можно использовать аналогично, как и для очищенных стоков с очистных сооружений. Вода для из скважины условно бесплатная, однако, например тарифы МУП «Водоканал» для промышленных предприятий на 2021 год – 24,7 руб/куб.м, То есть оценочная стоимость дождевой воды– 11 460 руб.

Для сравнения воды с кровли воды хватит для полива в течении сезона от 460 до 920 молодых деревьев хвойных пород. Сбор стоков можно осуществить установив 2-3 бака общим объемом 20-30 куб.м. для хранения воды (соответствует месячному стоку), а также смонтировать водовод с кровли в помещение с емкостями. Также в летнее время емкости расположенные в производственные помещениях могут охлаждать помещение.

Поскольку в данный момент технического водоснабжения не требуется, рекомендация имеет теоретический характер, либо потенциальное значения для другой площадки, расчет окупаемости ниже приведен условно.

<u>№</u>	<u>Мероприятие</u>	<u>Воздействие</u>	<u>Примерная стоимость мероприятий, срок окупаемости</u>
1	Установка локальных очистных сооружений (локальное цикличное использование воды), Более подробно – см приложение Е	Снижение стоимости на вывоз стоков- на 92 400 руб/год Снижение использования водопроводной воды (входящие потоки) – 528 куб/год Снижение углеродного следа от вывоза и «входящей воды» 1028 кг/год (7.5 соток леса)	200-280 тыс.руб, 2,3-3,2 года
2	Сбор дождевой воды с территории	Снижение использования водопроводной воды (входящие потоки) – 464 куб/год	80 000 руб 7-8 лет. (относительная)

4.7.Газообразные отходы

Несмотря на то, что природный газ из всех видов ископаемого топлива является наименее вредным, при его сжигании выделяется вредные вещества.

Из наиболее вредных веществ, которые образуются при сжигании природного газа (помимо углекислого газа) – это:

- Угарный газ (CO) - бесцветный чрезвычайно токсичный газ без вкуса и запаха, при высоких концентрациях приводит к отравлениям и даже к смерти.

-Оксид азота (NO) – представляет собой бесцветный газ, ядовитый газ с удушающим действием

- Диоксид азота (NO₂)- ядовитый газ красно-бурого цвета с резким неприятным запахом или желтоватую жидкость. Числится в списке сильнодействующих ядовитых веществ. В больших дозах может стать сильнейшим неорганическим ядом. Даже в небольших концентрациях он раздражает дыхательные пути, в больших концентрациях вызывает отёк лёгких. Оксиды азота, улетучивающиеся в атмосферу, представляют серьёзную опасность для экологической ситуации, так как способны вызывать кислотные дожди.

При снижении входящие потоков (топливо) по мероприятиям описанным выше, будет происходить пропорциональное снижение газообразных отходов.

По нашим расчетам предельно допустимые концентрации в моменте (текущие и суточные) не превышают существующие нормы РФ, то есть все вредные вещества поступают в атмосферу постепенно и рассеиваются в воздухе, однако при этом они ни куда просто так не исчезают.

Нейтрализацией оксидов азота занимаются растения и деревья, в ходе фотосинтеза, оксиды азота используются в синтезе аминокислот.

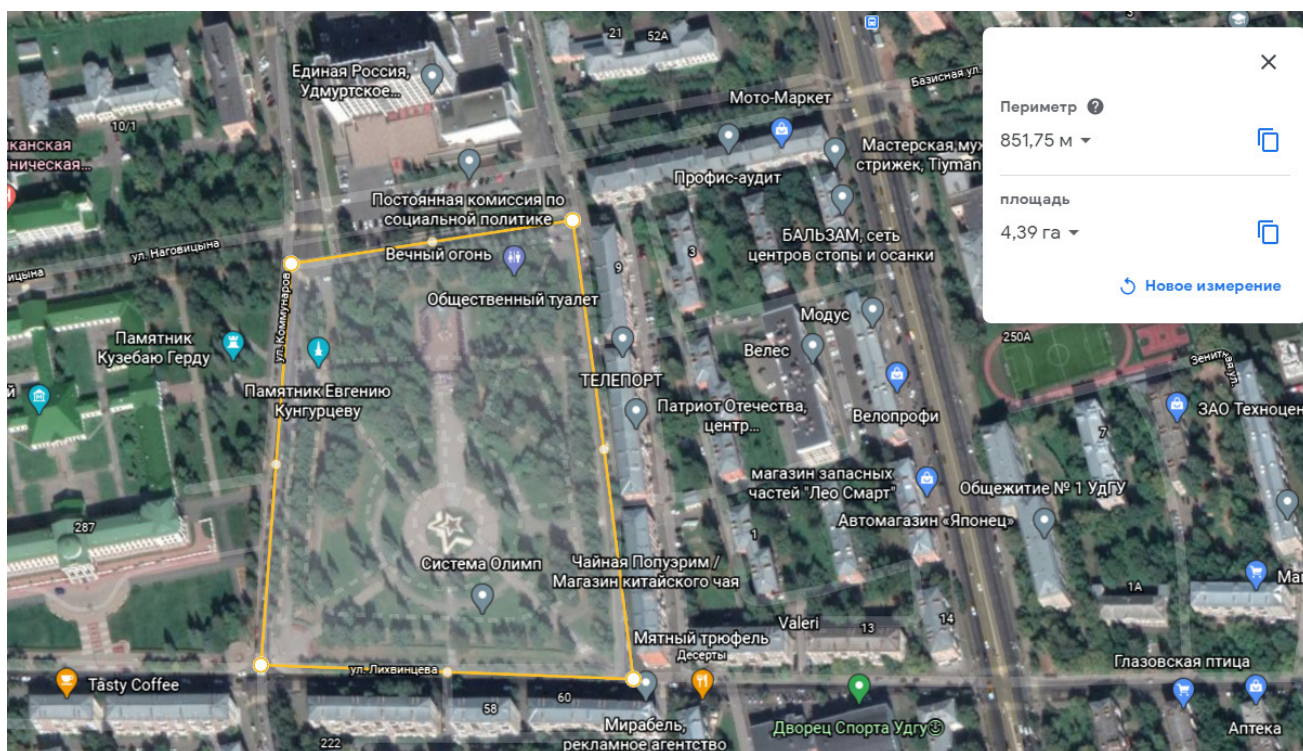
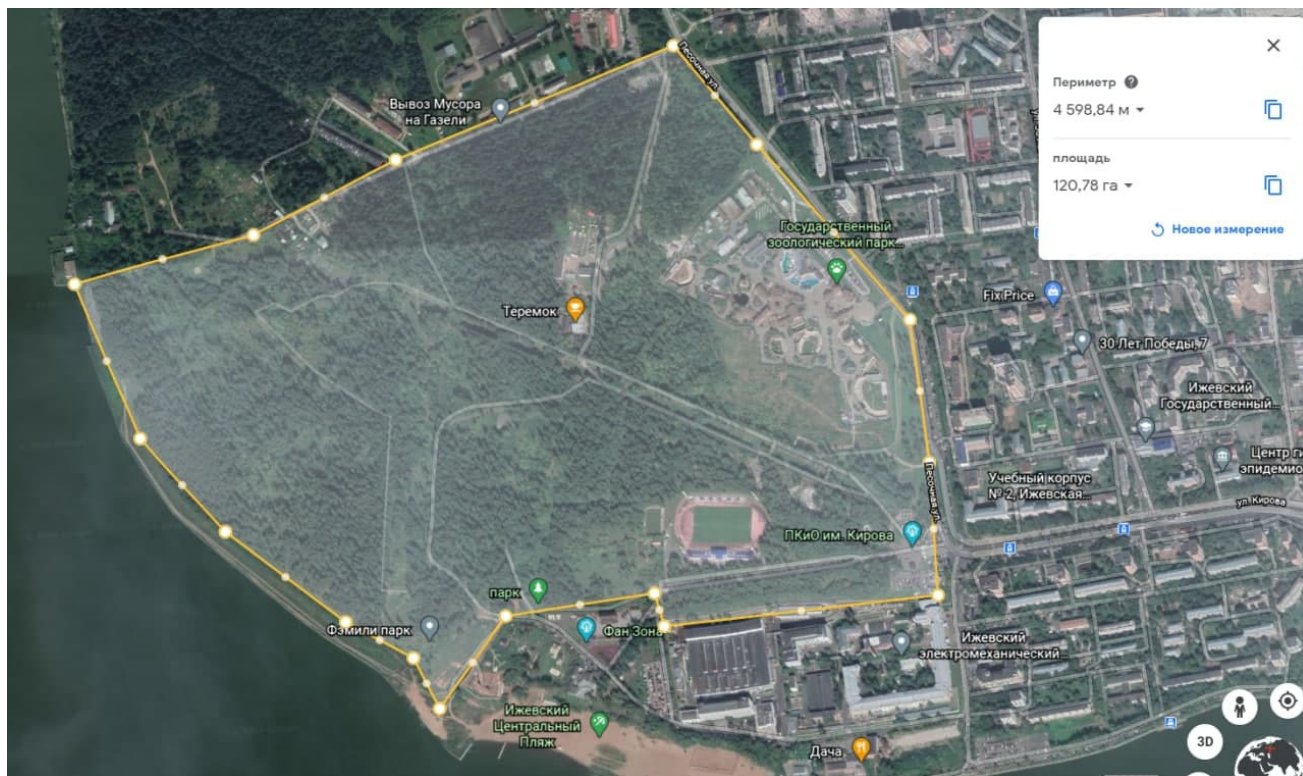
Прямой углеродный след (выбросы CO₂) непосредственно от работы предприятия на площадке (без учета доставки сырья и топлива) – составляет 232 132 кг/год (общий – 788 772,61 кг/год).

Для оценки средневозрастной 60-ти летний сосновый лес площадью 1 гектар за год поглощает 14 400 кг углекислого газа. Таким образом сравнительный эквивалент по углеродному следу-

- 10,4 Га леса для локального следа

- 54,77 Га для общего углеродного следа

Для сравнения – площадь парка Кирова в г.Ижевске – 120 Га,
Сквер возле вечного огня – 4,39 Га



4.8.Твердые отходы

А. Отходы обжарочного цеха.

Среднемесячный объем отходов (бракованные обжаренные зерна кофе) – **2 000 кг/мес, 24 000 кг/год.**

Обжаренные зерна относятся к органическим отходам, поэтому с точки зрения принципов цикличной зеленой экономики, они должны быть возвращены в биологический цикл по наиболее короткому пути, а именно (в порядке убывания):

1. Использованы непосредственно по прямому назначению как кофе, просто как продукт более низкого стандарта качества.
2. Использованы в качестве корма для сельскохозяйственных животных.
3. Использованы в качестве удобрения для растений. Требуется предварительного измельчения для дальнейшего компостирования и производства удобрений. Либо вываривания кофейных зерен для снижения уровня кислотности и дальнейшего использования как удобрения.

Прочие способы утилизации – использование вне биологических циклов, например, в измельченном виде в качестве подсыпки для дорожек, для использования в качестве декоративного материала и прочего – не рекомендуется, поскольку это не возвращает кофе, как органический продукт, обратно в естественный биологический цикл, либо делает это значительно долгим и сложным способом.

По имеющейся информации, компания «Tasty Coffee» передает бракованное зерно для последующего использования в сельскохозяйственных нуждах, что соответствует рекомендации отчёта.

Б. Прочие отходы.

Среднемесячный объем мусора (непресованный)- **1,1 куб.м.**

Годовой объем мусора - около **13 куб.м.**

Годовая стоимость вывоза мусора – **73 631 руб.**

На данный момент мусор не сортируется, отвозится на городской полигон ТБО (нылгинский тракт), расстояние – **32,0 км,**

Углеродный след от транспортировки мусора (двухосевой дизельный двух осевой грузовой автомобиль КАМАЗ) – **355 CO₂ кг/год.**

В существующие мусорные баки попадает мусор с офисов, столовой, фасовки без сортировки.

При визуальном обследовании, примерно определено, что наибольший объем занимают различные виды твердого пластика и пластиковые пленки. То есть мусор, не поддающийся естественному разложению в условиях полигона ТБО.

Для решения вопроса с ТБО, необходимо действовать по двум направлениям:

1. Уменьшение количества отходов. В первую очередь постараться максимально исключить из оборота использования материалов, не поддающихся переработке местными компаниями, внедрения использования многоразовой тары и пр.
2. Сортировка мусора, хранение и последующий вывоз их местными компаниями для переработки

Сейчас на территории Удмуртии возможна переработка следующих видов отходов:

Технические отходы:

1. Картон, бумага
2. Пластик

- 2.1.ПЭТ бутылки, упаковка (код 1)
- 2.2.ПНД бутылки, упаковка (код 2)
- 2.3.Полиэтиленовые плёнки (код 4) и полипропиленовые плёнки (код 5)
3. Стекло
4. Алюминий банки, крышки
5. Электролом, провода

Биологические отходы:

6. Растительные пищевые отходы
7. Животные пищевые отходы

Стоит отметить, что компании переработчики вывозят за собственный счет определенный минимальный объем отходов в зависимости от его типа.

Для определения подробной программы по обращению с отходами, рекомендуем провести аудит отходов, который включает в себя следующие этапы:

1. Все отходы, поступающие в баки на протяжении определенного периода, анализируются по типам отходов, определяется их объем и масса по типам.
2. Составляются рекомендации по снижению того или иного типа отходов, в зависимости от его объема.
3. Для оставшейся части отходов определяются местные компании, готовые забирать отходы на переработку, производится преддоговорная работа с ними.
4. Определяются основные параметры площадки ТБО, кол-во и объемы баков для временного хранения и пр.
5. Определяются правила сортировки мусора для персонала компании.

При проведении вышеупомянутых мероприятий возможно:

- Снижение стоимости вывоза отходов на 60%,
- Снижение углеродного следа от вывоза отходов до 60%.
- Снижение нагрузки на полигон ТБО и уменьшение негативного воздействия на природу и человека (загрязнение воздуха, почвы, водных ресурсов)

	<u>Мероприятие</u>	Воздействие	Примерная стоимость мероприятий, срок окупаемости
1	Цикличное использование в органическом цикле (существующее положение)	Отсутствие углеродного следа от транспортировки и переработки	-
2	Сортировка мусора, исключение использования неперерабатываемых упаковок.	Снижение углеродного следа от транспортировки Снижение ТБО: На 7,8 куб.м./год На 213 кг /CO ₂ в год (1,6 сотки леса)	5 000- 10 000 руб. От 2-х месяцев

		Снижение загрязнения почвы и воздуха полигонов ТБО Снижение стоимости вывоза отходов На 44 178 тыс.руб	
--	--	---	--

4.9. Энергетические отходы (теплопотери).

В канализацию стекает теплая вода (душевые, санузлы) с температурой около 25-30С, на нагрев которой тратится электроэнергия от водонагревателей с достаточно дорогим тарифом (7 руб/квт-час), оценочная стоимость тепловой энергии, находящейся в канализации – 120 000 руб./год. Энергия также оставляет углеродный след.

Опираясь на принцип локально цикличности эту энергию повторно использовать на нагрев холодной воды для душевых и санузлов с помощью тепловых канализационных рекуператоров – по своей сути теплообменниках типа «вода-вода», устанавливаемых локально на канализационных стояках. Более подробно расчеты – см.

приложение Д

В отношении остальных энергетических потерь – см выше (4.1. и 4.2.)

<u>Мероприятие</u>	Воздействие	<u>Мероприятие</u>	Примерная стоимость мероприятий, срок окупаемости
1	Установка рекуператоров на канализацию	Снижение расхода электроэнергии До 7500 квт-час/год Снижение стоимости затрат 52 500 руб/год Снижение углеродного следа от электроэнергии До 1 964 кг CO2/год (13,8 соток леса)	60 -200 тыс руб. От 2-х до 5-ти лет

ГЛАВА 5.Схема ресурсно-энергетической модели после улучшения.

А) Входящие потоки:

- 1. Электроэнергия – 39 188 кВт-час/год (-85%)**
- 2. Природный газ – 62 941 (-17,8%) куб.м/год, в том числе**
Для печей -59 374 куб.м./год (-2%).
Для котельных 4 031 куб.м/год (-74,8%)
- 3. Кислород. 160 606 кг O₂ (-20,5%).**
- 4. Вода – 2 104,4 (-10,5%) куб.м./год.**
- 5. Вода питьевая – 0 /год (-100%).**
- 6. Сырье и материалы. Зеленый кофе в мешках -1 680 000 кг/год**
Упаковка. Пакеты для кофе - **2 400 000 штук/год**
Бумага – **1 020 кг/год**
Скотч – **960 кг/год**
Средства гигиены – **1 020 кг/год**
- 7. Человеческие ресурсы: 54 человека (29- производство, 25 – офис),**
всего: 125 550 ч/час, в т.ч.
85 550 ч/час – производство
40 000 ч/час - офис
- 8. Природные ресурсы :** Дождевая вода – **805 куб.м/год**
Солнечная радиация – **1 265 кВт-ч/м² в год**

Б) Исходящие потоки:

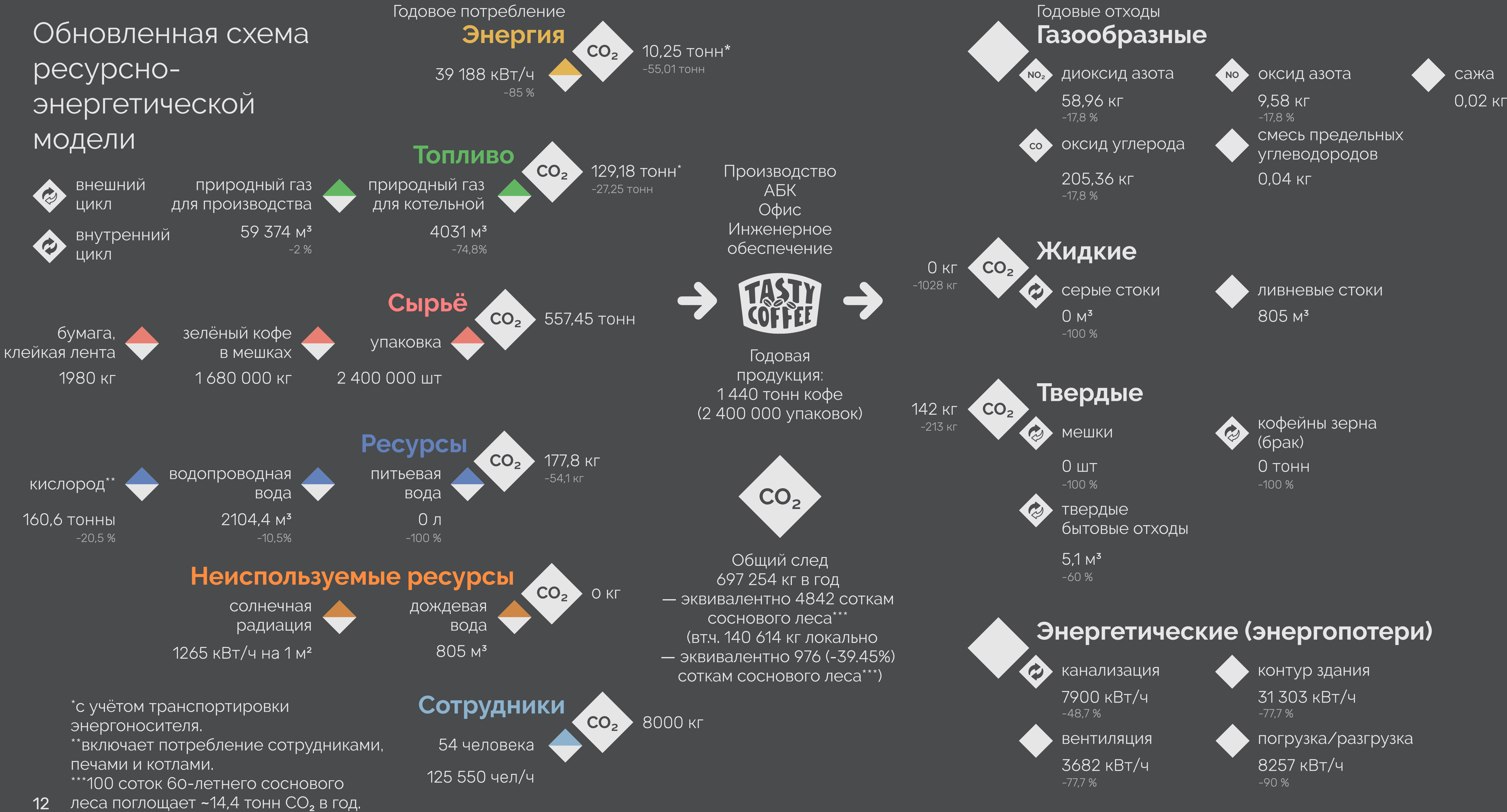
- 1. Полезный продукт. Кофе упакованный – 1 440 000 кг/год, 2 400 000 уп./год**
- 2. Отходы:**
 - 2.1.Жидкие:**
 - Канализация (серые стоки) – **0 (-100%)**
 - 2.2.Твердые:**
 - кофейные зерна (брак) – **0 (-100%).**
 - Мешки – **0 (100%)**
 - ТБО (несортированные) –**5,1 (-60%) куб.м/год**
 - 2.3.Газообразные:**
 - Азота Диоксид – **58,96 кг/год (-17,8%)**
 - Азота оксид – **9,58 кг/год (-17,8%)**
 - Оксид углерода (угарный газ) – **205,36 кг (-17,8%)**
 - 2.4.Энергетические, энергопотери:**
 - Канализация **7 900 кВт-ч/год (-48,7%)**
 - Через контур здания –**31 303 кВт-ч/год (-77,7%)**
 - Через вентиляцию и кондиционирование –**3 682 кВт-ч/год (-77,7%)**
 - При погрузке/разгрузке – **8 25,7 кВт-ч/год (-90%)**

В) Углеродный след

Сравнительная характеристика - 1 га 60-летнего соснового леса – поглощает в среднем 14 400 кг CO₂/год,
1 тонна CO₂= 7 соток леса (700 кв.м.).

Источник	До CO ₂ , кг/год	После CO ₂ , кг/год	разница, кг/год	эквивалент для разницы сосновый лес, сотка (100кв.м.)
Технологический процесс				
Печи	110 152,00	107 944,30	2 207,70	15,33
котельные	30 348,00	8 143,20	22 204,80	154,20
Люди (персонал)	8 000,00	0,00	8 000,00	55,56
Сырье и материалы				
доставка сырья (зеленые зерна)	556 639,78	556 639,78	0,00	0,00
транспортировка воды бутилиров	37,60	0,00	37,60	0,00
Бумага , лента	817,00	817,00	0,00	0,00
Водопроводная вода (скважина)	194,30	177,80	16,50	0,11
Транспорт				
ассенизаторские машины	1 028,00	0,00	1 028,00	7,14
вывоз мусора	355,00	142,00	213,00	1,48
Косвенный процесс:				
Производство Электроэнергия (ТЭЦ-1)	58 600,00	9 090,10	49 509,90	343,82
Транспортировка газа (печи+котельные)	15 939,76	13 102,48	2 712,50	18,84
Транспортировка газа (ТЭЦ-1)	6 661,17	1 160,07	5 501,10	38,20
ИТОГО	788 772,61	697 254,33	91 393,50	634,68
в том числе локальный (кроме поз 4)	232 132,83	140 614,55	91 393,50	634,68

Обновленная схема
ресурсно-
энергетической
модели



*с учётом транспортировки энергоносителя.
**включает потребление сотрудниками, печами и котлами.
***100 соток 60-летнего соснового леса поглощает ~14,4 тонн CO₂ в год.

ГЛАВА 6. Выводы

Как видно из измененной модели, можно значительно понизить практически все входящие и исходящие потоки, кроме расхода на сжигание газового топлива для печей. Он в отчете отмечен как снижение в 2%. Хотя теоретически, если начать отслеживать потребление газа печами, то можно добиться и большего эффекта.

Также, как видно из оценки мероприятий, в среднем наиболее эффективными оказываются мероприятия по энергоэффективности, то есть уменьшению потребления что подтверждает правило очередности шагов при проведении зеленой реновации:

- 1 шаг. Снижение потребления ресурсов и энергии.
- 2 шаг. Повторное использование ресурсов и энергии
- 3 шаг. Местная генерация ресурсов и энергии.

Что касается углеродного следа, то большая часть его находится за пределами города Ижевска, а «локальная» часть следа поддается значительному снижению. Глобальная часть следа может снизиться только при условии повышения энергоэффективности морских и автомобильных перевозок и перехода их на зеленую энергию.

Локальный след остается в основном от сжигания газа обжарочными печами, этого никак не изменить без изменения технологии обжарки. Теоретически, энергию, выделяемую при обжарке можно использовать и для отопления, но она значительно больше потребляемой самим зданием компании. Единственный вариант — это передача ее каком-либо другому зданию. В Нидерландах, уже, например, существуют кварталы, в которых здание с разными типами потребляемой энергии, например, бассейн, которому нужно много тепла, и каток, которому нужно тепло удалить из помещений, обмениваются энергией. Однако к нашей площадке это не применимо.

Проанализировав существующую арендованную площадку, я делаю вывод, что проведение ее зеленой реновации возможно, но малоэффективно ввиду того, что, во-первых, здание изначально построено без учета энергоэффективных принципов, а во-вторых оно представляет собой разрозненный некомпактный комплекс из нескольких зданий, с не неоптимальными для данного производства объемно-планировочными решениями, в которых технологические потоки пересекаются и проходят через улицу.

Поэтому основываясь на существующей энерго-ресурсной модели, я хочу сформулировать основные принципы для оптимального здания для данного производства с точки зрения принципов зеленого проектирования:

1. Здание должно быть одно и должно быть компактным в плане (прямоугольной или квадратной формы).
2. В центре здания должен располагаться обжарочный цех, так как в нем наибольшие тепловыделения, которые могут обогревать соседние помещения в холодное время года. Теплотери через кровлю максимальны, поэтому возможно рассмотреть над помещением обжарочного цеха еще одного помещения, которое также можно обогревать тепловыделениями от обжарочного процесса. Можно расположить и зимнюю остекленную оранжерею, например.
3. Помещения расположить так, чтобы технологические потоки были направлены в одном направлении из помещения в помещения, например, по часовой стрелке, избегая пересечения и лишних движений.
4. Помещения блоков с разным температурно-влажностным режимом отделить друг от друга тамбур-шлюзами.

5. Высоты всех производственных помещений уменьшить до минимально допустимого размера с точки зрения технологической необходимости и действующих норм. Здание должно быть максимально компактным для снижения потребления энергии.
6. Здание – ориентировано по широте, с южной стороны располагаются офисные помещения с БОльшим остеклением, с северной стороны складские помещения, северные фасады выполнить глухими, отделенные от улицы буфером в виде погрузочно-разгрузочных тамбуров.
7. Южный фасад защищен от летнего солнца солнцезащитными козырьками, либо посадками перед фасадом деревьев лиственных пород. На окнах установить внешние жалюзи.
8. Здание утеплено по максимально высокому стандарту согласно существующих российских. Рекомендовано до значения класса А (очень высокий). Однако, ввиду того, что наша методика в основном оценивает тепловую энергию на обогрев (а не электрическую и другую) рекомендуем использовать зарубежные методологии расчетов.
9. Для охлаждения обжарочного помещения в теплое время года рекомендуем использовать систему естественной вентиляции, описанной в мероприятиях отчета, либо для большей эффективности пропустить под землей и полами трубы от северной стороны для забора воздуха. Воздух с улицы будет проходить под землей, где постоянная температура не более 7-8С и охлаждать естественным путем помещения без траты энергии. Это обеспечит приток холодного воздуха. Для вытяжного воздуха на кровле установить вентиляционные короба из материала с высоким к-том теплопроводности, так называемые «солнечные вытяжки». Солнце будет нагревать их сверху, заставляя воздух нагреваться, создавая под собой область пониженного давления, выкачивая воздух из помещения. На холодный период всю эту систему закрывать теплоизолированными лючками.
10. Использовать максимально возможное озеленение территории и озеленение внутри помещения. Для полива использовать дождевую воду. Дождевую воду собирать с кровли в емкости. Емкости желательно расположить в обжарочном помещении, тогда в летнее время они будут поглощать в себя часть излишней тепловой энергии от печей, охлаждая помещение. В зимнее время из-за отсутствия дождевых стоков они не будут использоваться, при необходимости их можно использовать как емкости запаса обычной воды, либо как пожарный резервуар.
11. Устройство естественного освещения в производственные помещения согласно действующих норм с помощью световодов.
12. Использование собственных локальных очистных сооружений для очистки хозяйственно бытовых стоков.
13. Использование установок для очистки воды для своего потребления.
14. Устройство солнечной электростанции на южной стороне здания (офисная часть), при этом по возможности в той зоне выполнить кровлю сразу с учетом оптимального угла наклона солнечных панелей для данной местности.
15. Использование установок по рекуперации тепла со стоков непосредственно у санитарных приборов, либо с использованием бака запаса воды (буферной емкости).
16. Весь технологический регламент пересмотреть с точки зрения минимизации образования мусора, для оставшегося мусора организовать сортировку мусора на площадке ТБО, встроенной в здание.
17. Все оборудование в проекте использовать с максимальной степенью ресурсо- и энергосбережения и возможностью его дальнейшей утилизации.
18. Системы отопления проектировать с учетом возможности установки различных суточных температурных режимов для отдельных зон здания.

19. Устройство технических узлов учета газа, воды, электроэнергии на отдельных блоках, оборудовании, или возможно даже комнатах, с выводом показаний на один компьютер. Чтобы управлять процессом, необходимо его измерять.
20. Все строительные конструкции и узлы проектировать с учетом возможного демонтажа здания и его дальнейшей утилизации.
21. Для всех строительных материалов и оборудования - использование правило наименьшего возможного транспортного плеча. Локальные материалы-приоритетны.

ГЛАВА 7. Приложения

Приложение А

Расчет потребления электроэнергии потребителями

оборудование	мощность, кВт		время работы		ИТОГО, кВт-ч
	номин	макс	сутки	часы	
Loring s70	8,6	17,5	340	10	44 370,00
Loring s70	8,6	17,5	340	10	44 370,00
Loring s15	2,8	5,8	340	10	14 620,00
Probat Probatone 25	3,8	7,8	340	10	19 720,00
Giesen sample roaster					
ИТОГО					123 080,00
освещение					
	кол-во	W,кВт			
офис 2	41	0,036	200	8	2 361,60
офис 1	40	0,036	200	8	2 304,00
офис 3	17	0,036	200	8	979,20
блок 5-6-7	59	0,06	340	10	12 036,00
блок 3-4	77	0,06	340	10	15 708,00
ИТОГО					33 388,80
рабочие					
	кол-во	W,кВт			
офис 2	16	0,3	200	8	7 680,00
офис 1	12	0,3	200	8	5 760,00
офис 3			200	8	0,00
блок 5-6-7	10	0,3	340	10	10 200,00
блок 3-4	3	0,3	340	10	3 060,00
ИТОГО					26 700,00
ОВ и ГВС					
Вентиляция					35 000,00
кондиционирование					15 514,00
водонагреватели					15 462,00
ИТОГО					65 976,00
ВСЕГО					249 144,80

49,40%

13,40%

10,72%

26,48%

Приложение Б

расчет водопотребления

				по паспорту*	нормативное значение (СП 30.13330-2016)		для объекта		Годовой расход	
		ед идм	шт	л/мин	л/сут (ХВС+ГВС)	л/сут (ГВС)	л/сут (ХВС+ГВС)	л/сут (ГВС)	раб.д	итого, куб.м.
офис 1	1 этаж	1 работник	12,0		15,0	5,1	180,0	61,2	200	36,0
	2 этаж	1 работник	2,0		15,0	5,1	30,0	10,2	200	6,0
Офис 2	1 этаж	1 работник	6,0		15,0	5,1	90,0	30,6	200	18,0
	2 этаж	1 работник	8,0		15,0	5,1	120,0	40,8	200	24,0
Офис 3 (АБК)	1 этаж	душевая сетка/смена	2,0		500,0	230,0	1 000,0	460,0	200	200,0
										0,0
Производство 1 (обжарка)	Loring s70	1 шт	2,0	3,8	1 368,0		2 736,0		340	930,2
	Loring s15	1 шт	1,0	3,8	1 368,0		1 368,0		340	465,1
	Probatone 25	1 шт	1,0	3,8	1 368,0		1 368,0		340	465,1
	Giesen	1 шт	1,0							0,0
	Giesen sample roaster	1 шт								0,0
Производство 2 (фасовка)	санузел	1 чел/смена	15,0		25,0	9,4	375,0	141,0	340	127,5
ИТОГО офис										411,5
ИТОГО про-во										1 860,5
ИТОГО										2 272,0

* - принять к-т 0,5 на непостоянность потребления

расчет ливневых стоков

тип стоков	покрытие	Hd,мм	Уд	F,га	V	
дождевые стоки	кровля	342	0,8	0,124	339,264	куб.м.
талые стоки	кровля	168	0,6	0,124	124,992	куб.м.
дождевые стоки	асфальт	342	0,8	0,079	216,144	куб.м.
талые стоки	асфальт	168	0,6	0,079	79,632	куб.м.
			ИТОГО	кровля	464,256	куб.м.
			ИТОГО	проезд	341,136	куб.м.
			ВСЕГО по объект		805,392	куб.м.

расчет углеродного следа от вывоза стоков
автомобиль ГАЗ 3309, дизель

Расстояние до очистных, км	суммарное расстояние, одна поездка	расход топлива, л на 100 км	расход топлива	к-т	CO2,кг	кол-во рейсов, год	общее, кол-во, кг
10	15	20	3	2,598	7,794	132	1028,808

Приложение В

Солнечная энергия.

Годовое потребление электроэнергии - **249 144 кВт-час**

Тариф- **7 руб/квт-час,**

Годовая стоимость электроэнергии – **1 744 008 руб.**

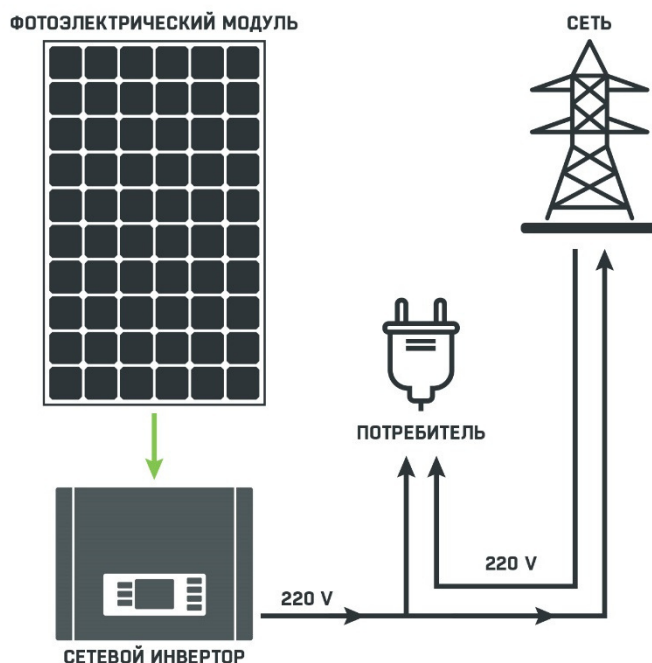
Источник – Ижевская ТЭЦ-1, работает на природном газе.

Прямой Углеродный след – **58,6 тонн CO₂ (генерация энергии)**

Косвенный углеродный след – 6,66 тонн

ИТОГО – 65,26 тонн

При таких исходных данных рационально рассмотреть возможность размещения на кровле здания сетевой солнечной электростанции, в первую очередь на кровле блока 5-6-7 (южный фасад), поскольку основное потребление электроэнергии осуществляется во время светового дня.



Особенности сетевой солнечной электростанции:

- Отсутствие систем хранения энергии
- Потребитель одновременно питается через системы автоматики от сети и от собственных панелей.
- Энергия при собственной генерации идет на уменьшение потребления энергии из сети.
- Если в какой-то момент солнце вырабатывает много энергии (например, в ясный июльский день), в балансе потребления начинает преобладать своя электроэнергия, если генерации мало, то преобладает сетевая электроэнергия.

Среднегодовая выработка энергии для г. Ижевска – **1265 кВт-ч/м2**, при угле наклона панелей в 40 градусов.

Годовая выработка обычными поликристаллическими панелями общей мощностью 50 кВт – **49 427 кВт-час** (см. отчет globalsolaratlas.info).

При использовании более эффективных гетероструктурных панелей годовая выработка – **54 369 кВт-час**

Для расчета используем комплект от российского производителя HEVEL (г. Новочебоксарск, Чувашия)- сетевой комплект С9, включающий в себя гетероструктурные панели, необходимое оборудование и комплектующие.



Угол наклона существующей кровли – около 8 градусов, поэтому для достижения оптимального угла наклона в 40 С необходимы дополнительная система профилей.

Высокий угол наклона необходим для максимальной генерации энергии, а также для защиты от снега в зимнее время.

Примерный расчет стоимости солнечной электростанции:

Стоимость оборудования с доставкой до г. Ижевска – 2 200 000 руб.

Стоимость монтажа с пусконаладочными работами (20% от оборудования) – 440 000 руб.

Стоимость конструкций для панелей – 400 000 руб.

ИТОГО – 3 040 000 руб.

Примерный расчет окупаемости –

Текущий тариф – 7 руб/ квт-час

Расчетное годовое повышение тарифа, на основании данных от электросетевых компаний – 3%

Средний годовой тариф в течении 10 лет – 8,02 руб.

Срок службы электростанции – 25 лет (средний тариф за 25 лет, с 3% удорожанием – 10,21 руб)

Эксплуатационные расходы – не требуются, только в аварийных случаях.

$54\,369 \text{ квт-час} * 8 \text{ руб} = 434\,952 \text{ руб.}$

$3\,040\,000 / 434\,952 = 7 \text{ лет.}$

С учетом непредвиденных расходов и прочих, оцениваем срок окупаемости как 7-8 лет.

При увеличении мощности станции с 50 кВт до 100 или до 150 кВт, затраты и сроки окупаемости будут примерно такие же.

На существующих кровлях возможно расположение до 150 Квт мощности.

Индустриальный район

56°50'58", 53°13'51"

Красногеройская улица, Индустриальный район, Udmurtia, Russia

Time zone: UTC+04, Europe/Samara [SAMT]

Report generated: 15 Jan 2021

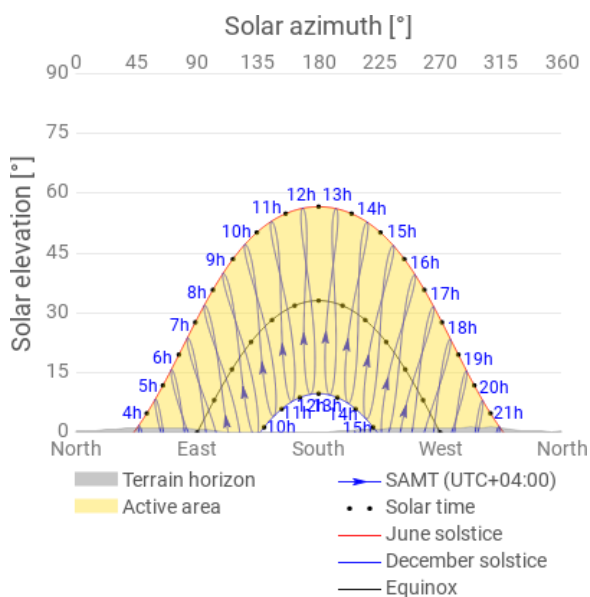
SITE INFO

Map data

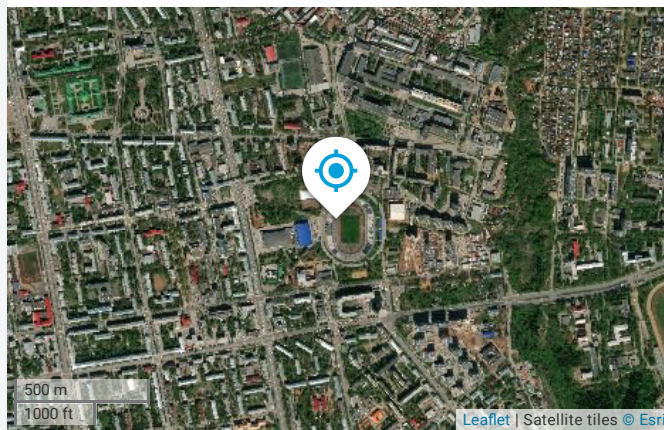
Per year

Direct normal irradiation	DNI	1064	kWh/m ²
Global horizontal irradiation	GHI	1044	kWh/m ²
Diffuse horizontal irradiation	DIF	504	kWh/m ²
Global tilted irradiation at optimum angle	GTI opta	1265	kWh/m ²
Optimum tilt of PV modules	OPTA	40 / 180	°
Air temperature	TEMP	3.4	°C
Terrain elevation	ELE	148	m

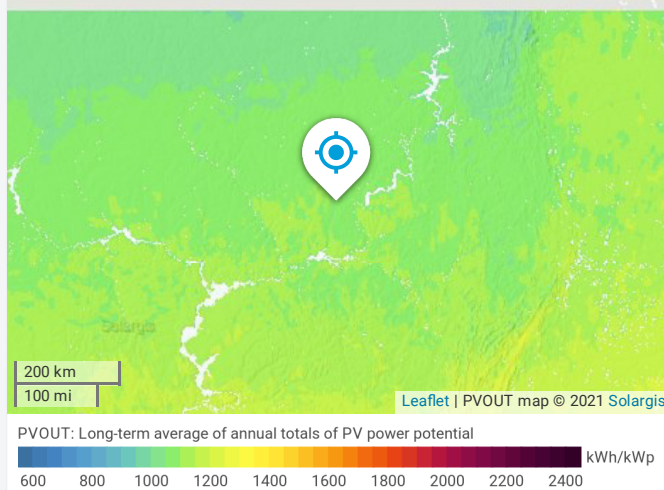
Horizon and sunpath



Map



PVOUT map



PV ELECTRICITY AND SOLAR RADIATION

PV system configuration



Pv system: **Medium size comercial**

Azimuth of PV panels: **Default (180°)**

Tilt of PV panels: **40°**

Installed capacity: **50 kWp**

Annual averages

Total photovoltaic power output and Global tilted irradiation

49.427

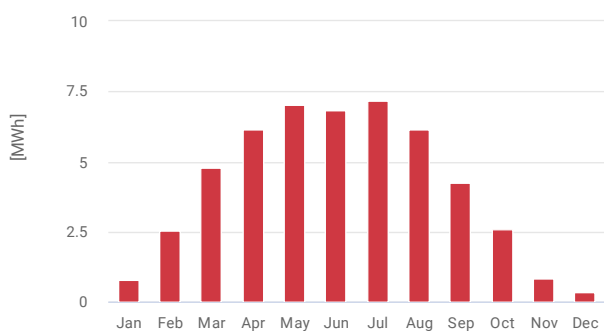
MWh per year

1264

kWh/m² per year

Monthly averages

Total photovoltaic power output



Average hourly profiles

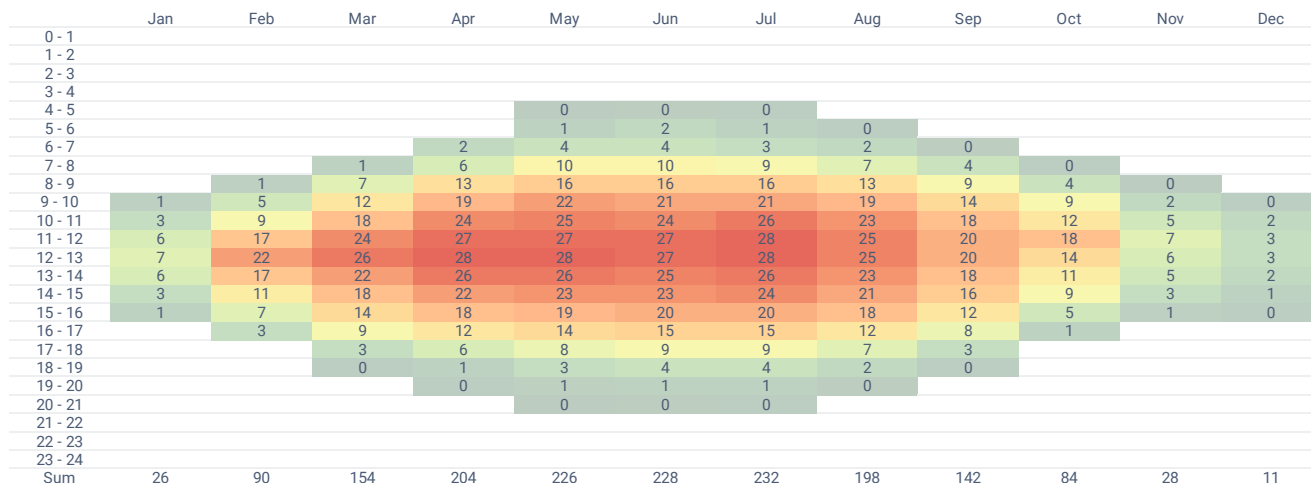
Total photovoltaic power output [kWh]



UTC+04

Average hourly profiles

Total photovoltaic power output [kWh]



PV ELECTRICITY AND SOLAR RADIATION

Annual averages

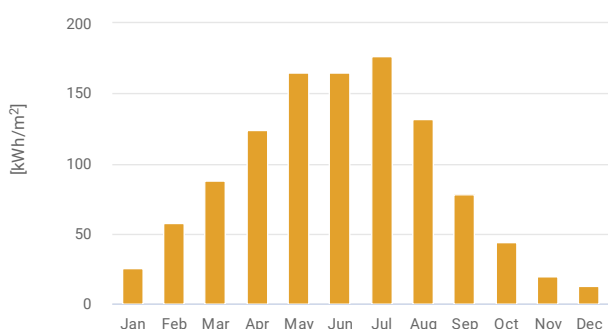
Direct normal irradiation

1087

kWh/m² per year

Monthly averages

Direct normal irradiation



Average hourly profiles

Direct normal irradiation [Wh/m²]



UTC+04

Average hourly profiles

Direct normal irradiation [Wh/m²]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5						71	30					
5 - 6					149	180	195	31				
6 - 7				116	255	264	292	185	23			
7 - 8			42	234	352	350	371	285	156	14		
8 - 9		45	170	312	418	405	436	351	225	129		
9 - 10	44	174	227	366	446	435	469	392	253	160	84	12
10 - 11	130	228	284	396	445	428	484	409	284	179	114	75
11 - 12	161	326	381	427	452	432	478	391	295	262	131	97
12 - 13	167	386	414	423	448	425	456	374	284	202	117	95
13 - 14	140	294	330	405	431	398	439	355	268	164	93	78
14 - 15	111	251	298	374	420	395	424	345	248	142	71	57
15 - 16	65	222	278	345	384	395	411	333	230	116	27	5
16 - 17		134	243	310	368	377	380	301	202	58		
17 - 18			150	265	324	333	328	257	128			
18 - 19			7	135	262	294	272	183	2			
19 - 20				25	163	228	195	52				
20 - 21					8	79	48					
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	818	2061	2823	4132	5324	5488	5707	4246	2598	1426	637	419

GLOSSARY

Acronym	Full name	Unit	Type of use
DIF	Diffuse horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of diffuse horizontal irradiation (© 2019 Solargis)
DNI	Direct normal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of direct normal irradiation (© 2019 Solargis)
ELE	Terrain elevation	m, ft	Elevation of terrain surface above/below sea level, processed and integrated from SRTM-3 data and related data products (© 2019 SRTM team)
GHI	Global horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global horizontal irradiation (© 2019 Solargis)
GTI	Global tilted irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation (© 2019 Solargis)
GTI_opta	Global tilted irradiation at optimum angle	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation for PV modules fix-mounted at optimum angle (© 2019 Solargis)
OPTA	Optimum tilt of PV modules	°	Optimum tilt of fix-mounted PV modules facing towards Equator set for maximizing GTI input (© 2019 Solargis)
PVOUT_total	Total photovoltaic power output	kWh, MWh, GWh	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by the total installed capacity of a PV system (© 2019 Solargis)
PVOUT_specific	Specific photovoltaic power output	kWh/kWp	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by a PV system and normalized to 1 kWp of installed capacity (© 2019 Solargis)
TEMP	Air temperature	°C, °F	Average yearly, monthly and daily air temperature at 2 m above ground. Calculated from outputs of ERA5 model (© 2019 NOAA and NASA)

ABOUT

This pdf report (the “Work”) is automatically generated from the Global Solar Atlas online app (<https://globalsolaratlas.info/>), prepared by Solargis under contract to The World Bank, based on a solar resource database that Solargis owns and maintains. It provides the estimated solar resource, air temperature data and potential solar power output for the selected location and input parameters of a photovoltaic (PV) power system.

Copyright © 2019 The World Bank
1818 H Street NW, Washington DC 20433, USA

The World Bank, comprising the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) and the International Development Association (IDA), is the commissioning agent and copyright holder for this Work, acting on behalf of The World Bank Group. The Work is licensed by The World Bank under a Creative Commons Attribution license (CC BY 4.0 IGO) with a mandatory and binding addition (please refer to the GSA website for full terms and conditions of use <https://globalsolaratlas.info/support/terms-of-use>).

The World Bank Group disclaims all warranties of any kind related to the provision of the Work.

The Work is made available solely for general information purposes. Neither the World Bank, Solargis nor any of its partners and affiliates hold the responsibility for the accuracy and/or completeness of the data and shall not be liable for any errors, or omissions. It is strongly advised that the Work be limited to use in informing policy discussions on the subject, and/or in creating services that better educate relevant persons on the viability of solar development in areas of interest. As such, neither the World Bank nor any of its partners on the Global Solar Atlas project will be liable for any damages relating to the use of the Work for financial commitments or any similar use cases. Solargis has done its utmost to make an assessment of solar climate conditions based on the best available data, software, and knowledge.

Sources: Solar database and PV software © 2019 Solargis

Приложение Г

Расчеты выбросов для производственного комплекса

	всего	печи	котельные	автотранспорт
	кг			
Углекислый газ (CO ₂)	140 500,00	110 152,00	30 348,00	0,00
Азота Диоксид	71,78	11,51	60,16	0,11
Азота Оксид	11,66	1,87	9,78	0,02
Сажа	0,02			0,02
Углерод оксид	249,87	195,56	53,88	0,44
Смесь предельных углеводородов C ₁ H ₄ -C ₅ H ₁₂	0,04	-	-	0,04
керосин	0,00	-	-	0,0000285

Приложение Г

Расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по объекту «Реконструкция производственного комплекса по адресу: г. Ижевск, ул. Баранова 28».

1.1 ИЗА №0001, 0002 (Котел Grizzly klo 100)

Расчет выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии с «Методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час (с учетом методического письма НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17 мая 2000 г.)», Москва, 1999.

Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от котлоагрегата, приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1 - Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу

код	Загрязняющее вещество	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
	наименование		
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,000375	0,0057555
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0000609	0,0009353
337	Углерод оксид	0,0017362	0,0269388
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000000001246	0,0000000022442

Исходные данные для расчета выделений загрязняющих веществ приведены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2 - Исходные данные для расчета

Данные	Параметры	Коэффициенты	Одно-временность
Котел Grizzly klo 100 – 1, 2. Природный газ, газопровод Ямбург. Расход: $V' = 0,533$ л/с, $V = 8,27$ тыс. $\text{м}^3/\text{год}$. Камерная топка. Водогрейный котел.	Горелка двухступенчатого сгорания: $\beta_k = 0,7$. Котел работает в общем случае. Температура горячего воздуха (воздуха для дутья): $t_{гв} = 30^\circ\text{C}$. Доля воздуха подаваемого в промежуточную зону факела: $\delta = 0$. Рециркуляции нет. Объем сухих дымовых газов рассчитывается по приближенной формуле. Теплонапряжение топочного объема рассчитывается.	$Q_r = 34,47$ МДж/ м^3 ; $p = 0,704$ кг/ м^3 ; $Q_n = 0,017362$ МВт; $\beta_a = 1,225$; $\beta_r = 0$; $\beta_\delta = 0$; $V_t = 0,0428692$ м^3 ; $t = 7296$ ч.; $S_r' = 2,7$ %; $S_r = 2,7$ %; $q_3 = 0,2$ %; $q_4 = 5,5$ %; $K = 0,345$; $\alpha''_t = 1,1$;	-

Принятые условные обозначения, расчетные формулы, а также расчетные параметры и их обоснование приведены ниже.

Газообразное топливо, водогрейный котел.

Оксиды азота.

Суммарное количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO_2 (в $г/с$, $т/год$), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (1.1.1):

$$M_{NO_x} = B_p \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2}^r \cdot \beta_k \cdot \beta_t \cdot \beta_\alpha \cdot (1 - \beta_r) \cdot (1 - \beta_\delta) \cdot k_\Pi \quad (1.1.1)$$

где B_p - расчетный расход топлива, $л/с$ ($тыс. нм^3/год$);

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, $МДж/нм^3$;

$K_{NO_2}^r$ - удельный выброс оксидов азота при сжигании газа, $г/МДж$;

β_k - безразмерный коэффициент, учитывающий принципиальную конструкцию горелки;

β_t - безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения;

β_α - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота;

β_r - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота;

β_δ - безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру;

k_Π - коэффициент пересчета, $k_\Pi = 10^{-3}$.

Для водогрейных котлов $K_{NO_2}^r$ считается по формуле (1.1.2):

$$K_{NO_2}^r = 0,0113 \cdot \sqrt{Q_T} + 0,03 \quad (1.1.2)$$

где Q_T - фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу, $МВт$.

Q_T определяется по формуле (1.1.3):

$$Q_T = B_p^i \cdot Q_i^r \cdot k_\Pi \quad (1.1.3)$$

где B_p - расчетный расход топлива, $л/с$;

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, $МДж/нм^3$.

k_Π - коэффициент пересчета, $k_\Pi = 10^{-3}$.

Коэффициент β_t определяется по формуле (1.1.4):

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (t_{2в} - 30) \quad (1.1.4)$$

где $t_{2в}$ - температура горячего воздуха, $^{\circ}C$.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом β_r определяется формулой (1.1.5):

$$\beta_r = 0,16 \cdot \sqrt{r} \quad (1.1.5)$$

где r - степень рециркуляции дымовых газов, %.

Коэффициент β_δ определяется формулой (1.1.6):

$$\beta_\delta = 0,022 \cdot \delta \quad (1.1.6)$$

где δ - доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела (в процентах от общего количества организованного воздуха).

В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие по формулам (1.1.7 - 1.1.8):

$$M_{NO_2} = 0,8 \cdot M_{NO_x} \quad (1.1.7)$$

$$M_{NO} = 0,13 \cdot M_{NO_x} \quad (1.1.8)$$

Оксиды серы.

Суммарное количество оксидов серы M_{SO_2} , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), вычисляется по формуле (1.1.9):

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot \rho \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \quad (1.1.9)$$

где B - расход натурального топлива за рассматриваемый период, л/с (тыс. нм³/год);

ρ - плотность газообразного топлива, кг/нм³;

S^r - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле.

Оксид углерода.

При отсутствии данных инструментальных замеров оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, г/с (т/год), может быть выполнена по соотношению (1.1.10):

$$M_{CO} = 10^{-3} \cdot B \cdot C_{CO} \cdot (1 - q_4 / 100) \quad (1.1.10)$$

где B - расход топлива, л/с (тыс. нм³/год);

C_{CO} - выход оксида углерода при сжигании топлива, г/нм³;

q_4 - потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

Параметр C_{CO} определяется по формуле (1.1.11):

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q^r_i \quad (1.1.11)$$

где q_3 - потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %;

Q^r_i - низшая теплота сгорания топлива, МДж/нм³;

R - коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода.

Бенз(а)пирен.

Суммарное количество M_j загрязняющего вещества j , поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), определяется по формуле (1.1.12):

$$M_j = c_j \cdot V_{сз} \cdot B_p \cdot k_{п} \quad (1.1.12)$$

c_j - массовая концентрация загрязняющего вещества j в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0 = 1,4$ и нормальных условиях $мг/нм^3$;

$V_{сз}$ - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании $1 нм^3$ топлива, при $\alpha_0 = 1,4$, $нм^3/нм^3$ топлива;

B_p - расчетный расход топлива; при определении выбросов в $г/с$, B_p берется в $тыс. нм^3/ч$; при определении выбросов в $т/г$, B_p берется в $тыс. нм^3/год$;

k_{π} - коэффициент пересчета; при определении выбросов в $г/с$, $k_{\pi} = 0,278 \cdot 10^{-3}$, при определении выбросов в $т/г$, $k_{\pi} = 10^{-6}$.

Расчетный расход топлива B_p , $тыс. нм^3/ч$ или $тыс. нм^3/год$, определяется по формуле (1.1.13):

$$B_p = (1 - q_4 / 100) \cdot B \quad (1.1.13)$$

где B - полный расход топлива на котел $тыс. нм^3/ч$ или $тыс. нм^3/год$

q_4 - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %.

Концентрация бенз(а)пирена, $мг/нм^3$, в сухих продуктах сгорания природного газа на выходе из топочной зоны водогрейных котлов малой мощности определяется следующим образом:

для $\alpha''_T = 1,08 \div 1,25$ по формуле (1.1.14):

$$c_{\Gamma_{бп}} = 10^{-6} \cdot (0,11 \cdot q_v - 7,0) \cdot K_d \cdot K_p \cdot K_{CT} / e^{3,5 \cdot (\alpha''_T - 1)} \quad (1.1.14)$$

для $\alpha''_T > 1,25$ по формуле (1.1.15):

$$c_{\Gamma_{бп}} = 10^{-6} \cdot (0,13 \cdot q_v - 5,0) \cdot K_d \cdot K_p \cdot K_{CT} / (1,3 \cdot e^{3,5 \cdot (\alpha''_T - 1)}) \quad (1.1.15)$$

где α''_T - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки;

q_v - теплонепределение топочного объема, $кВт/м^3$;

K_d - коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

K_p - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

K_{CT} - коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

Для расчета максимальных и валовых выбросов концентрация бенз(а)пирена приводятся к избыткам воздуха $\alpha_0 = 1,4$ по формуле (1.1.16):

$$c_j = c_{\Gamma_{бп}} \cdot \alpha''_T / \alpha_0 \quad (1.1.16)$$

где α''_T - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки.

Объем сухих дымовых газов может быть рассчитан по приближенной формуле (1.1.17):

$$V_{сз} = K \cdot Q_i \quad (1.1.17)$$

где K - коэффициент, учитывающий характер топлива.

Q_i - низшая теплота сгорания топлива, $МДж/кг$ ($МДж/нм^3$).

Расчет максимально разового и годового выделения загрязняющих веществ в атмосферу приведен ниже.

Котел Grizzly klo 100 – 1, 2

$$B'_p = 0,533 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 0,503685 \text{ л/с};$$

$$B_p = 8,27 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 7,81515 \text{ тыс. нм}^3/\text{год};$$

$$Q'_T = 0,503685 \cdot 10^{-3} \cdot 34,47 = 0,017362 \text{ МВт};$$

$$Q_T = (7,81515 / 7296 / 3600 \cdot 10^6) \cdot 10^{-3} \cdot 34,47 = 0,0102563 \text{ МВт};$$

$$K''_{NOx} = 0,0113 \cdot \sqrt{0,017362} + 0,03 = 0,0314889 \text{ г/МДж};$$

$$K'_{NOx} = 0,0113 \cdot \sqrt{0,0102563} + 0,03 = 0,0311444 \text{ г/МДж};$$

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (30 - 30) = 1;$$

$$\beta_r = 0;$$

$$\beta_\delta = 0,022 \cdot 0 = 0;$$

$$K'_\delta = 1,4 \cdot (0,017362 / 0,017362)^2 - 5,3 \cdot 0,017362 / 0,017362 + 4,9 = 1;$$

$$K_\delta = 1,4 \cdot (0,0102563 / 0,017362)^2 - 5,3 \cdot 0,0102563 / 0,017362 + 4,9 = 2,25767;$$

$$K_p = 0 \cdot 0 + 1 = 1;$$

$$K_{cm} = 0 / 14,22 + 1 = 1;$$

$$C_{CO} = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 34,47 = 3,447 \text{ г/нм}^3;$$

$$q_v = 10,25631 / 0,0428692 = 239,24672 \text{ кВт/м}^3;$$

$$q'_v = 17,36202 / 0,0428692 = 405 \text{ кВт/м}^3;$$

$$C'_{БП} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot (0,11 \cdot 405 - 7) / e^{3,5 \cdot (1,1 - 1)} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0000265 \text{ мг/нм}^3;$$

$$C_{БП} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot (0,11 \cdot 239,24672 - 7) / e^{3,5 \cdot (1,1 - 1)} \cdot 2,25767 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0000307 \text{ мг/нм}^3;$$

$$V_{Cr} = 0,345 \cdot 34,47 = 11,89215 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

$$M^{NOx}_{301} = 0,533 \cdot 34,47 \cdot 0,0314889 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,8 = 0,000375 \text{ г/с};$$

$$M^{NOx}_{301} = 8,27 \cdot 34,47 \cdot 0,0311444 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,8 = 0,0057555 \text{ т/год}.$$

$$M^{NOx}_{304} = 0,533 \cdot 34,47 \cdot 0,0314889 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,13 = 0,0000609 \text{ г/с};$$

$$M^{NOx}_{304} = 8,27 \cdot 34,47 \cdot 0,0311444 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,13 = 0,0009353 \text{ т/год}.$$

$$M^{CO}_{337} = 10^{-3} \cdot 0,533 \cdot 3,447 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 0,0017362 \text{ г/с};$$

$$M^{CO}_{337} = 10^{-3} \cdot 8,27 \cdot 3,447 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 0,0269388 \text{ т/год}.$$

$$M^{БП}_{703} = (0,0000265 \cdot 1,1 / 1,4) \cdot 11,89215 \cdot (0,503685 \cdot 3600 \cdot 10^{-6}) \cdot 0,000278 = 1,246 \cdot 10^{-10} \text{ г/с};$$

$$M^{БП}_{703} = (0,0000307 \cdot 1,1 / 1,4) \cdot 11,89215 \cdot 7,81515 \cdot 0,000001 = 2,2442 \cdot 10^{-9} \text{ т/год}.$$

1.2 ИЗА №0003, 0004, 0005, 0006 (Печи-ростеры)

Расчет выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии с «Методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час (с учетом методического письма НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17 мая 2000 г.)», Москва, 1999.

Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от котлоагрегата, приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1 - Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязняющее вещество		Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
код	наименование		
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0005726	0,0150403
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,000093	0,002444
337	Углерод оксид	0,0018535	0,0488889
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000000008401	0,000000022835

Исходные данные для расчета выделений загрязняющих веществ приведены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2 - **Исходные данные для расчета**

Данные	Параметры	Коэффициенты	Одно-временность
Печь - ростер. Природный газ, газопровод Ямбург. Расход: $V' = 0,569$ л/с, $V = 15,0085$ тыс. $\text{м}^3/\text{год}$. Камерная топка. Паровой котел.	Горелка дутьевая напорного типа: $\beta_k = 1$. Котел работает в общем случае. Температура горячего воздуха (воздуха для дутья): $t_{гв} = 30^\circ\text{C}$. Доля воздуха подаваемого в промежуточную зону факела: $\delta = 0$. Рециркуляция в дутьевой воздух или канал вокруг горелок. Объем сухих дымовых газов рассчитывается по приближенной формуле. Теплонапряжение топочного объема рассчитывается.	$Q_r = 34,47$ МДж/ м^3 ; $p = 0,704$ кг/ м^3 ; $D_n = 0,1$ т/ч; $D_\phi = 0,0129188$ т/ч; $D'_\phi = 0,0231684$ т/ч; $\beta_a = 1,225$; $\beta_r = 0$; $\beta_\delta = 0$; $V_t = 0,354248$ м^3 ; $t = 8760$ ч.; $S_r' = 2,7$ %; $S_r = 2,7$ %; $q_3 = 0,2$ %; $q_4 = 5,5$ %; $K = 0,345$; $\alpha''_t = 1,1$; $r = 0$ %;	-

Принятые условные обозначения, расчетные формулы, а также расчетные параметры и их обоснование приведены ниже.

Газообразное топливо, паровой котел.

Оксиды азота.

Суммарное количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO_2 (в г/с , т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (1.1.1):

$$M_{NO_x} = B_p \cdot Q_{f_i} \cdot K_{NO_2} \cdot \beta_k \cdot \beta_t \cdot \beta_\alpha \cdot (1 - \beta_r) \cdot (1 - \beta_\delta) \cdot k_n \quad (1.1.1)$$

где B_p - расчетный расход топлива, л/с;

Q_{f_i} - низшая теплота сгорания топлива, МДж/ м^3 ;

K_{NO_2} - удельный выброс оксидов азота при сжигании газа, г/МДж ;

β_k - безразмерный коэффициент, учитывающий принципиальную конструкцию горелки;

β_t - безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения;

β_α - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота;

β_r - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота;

β_δ - безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру;

k_n - коэффициент пересчета, $k_n = 10^{-3}$.

$$K_{NO_2} = 0,01 \cdot \sqrt{D} + 0,03 \quad (1.1.2)$$

где D - фактическая паропроизводительность котла, $т/ч$.

Коэффициент β_t определяется по формуле (1.1.3):

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (t_{28} - 30) \quad (1.1.3)$$

где t_{28} - температура горячего воздуха, $^{\circ}C$.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом β_r определяется формулой (1.1.4):

$$\beta_r = 0,16 \cdot \sqrt{r} \quad (1.1.4)$$

где r - степень рециркуляции дымовых газов, %.

Коэффициент β_δ определяется формулой (1.1.5):

$$\beta_\delta = 0,022 \cdot \delta \quad (1.1.5)$$

где δ - доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела (в процентах от общего количества организованного воздуха).

В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие по формулам (1.1.47 - 1.1.48):

$$M_{NO_2} = 0,8 \cdot M_{NOx} \quad (1.1.6)$$

$$M_{NO} = 0,13 \cdot M_{NOx} \quad (1.1.7)$$

Оксиды серы.

Суммарное количество оксидов серы M_{SO_2} , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами ($г/с$, $т/год$), вычисляется по формуле (1.1.8):

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \quad (1.1.8)$$

где B - расход натурального топлива за рассматриваемый период, $л/с$ ($тыс. нм^3/год$);

S^r - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле.

Оксид углерода.

Оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, $г/с$ ($т/год$), может быть выполнена по соотношению (1.1.9):

$$M_{CO} = 10^{-3} \cdot B \cdot C_{CO} \cdot (1 - q_4 / 100) \quad (1.1.9)$$

где B - расход топлива, $л/с$ ($тыс. нм^3/год$);

C_{CO} - выход оксида углерода при сжигании топлива, $г/нм^3$;

q_4 - потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

Параметр C_{CO} определяется по формуле (1.1.10):

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_i^r \quad (1.1.10)$$

где q_3 - потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %;

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, МДж/нм³;

R - коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода.

Бенз(а)пирен.

Суммарное количество M_j загрязняющего вещества j , поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), определяется по формуле (1.1.11):

$$M_j = c_j \cdot V_{ce} \cdot B_p \cdot k_{\Pi} \quad (1.1.11)$$

где c_j - массовая концентрация загрязняющего вещества j в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0 = 1,4$ и нормальных условиях, мг/нм³;

V_{ce} - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании 1 нм³ топлива, при $\alpha_0 = 1,4$, нм³/нм³ топлива;

B_p - расчетный расход топлива; при определении выбросов в г/с B_p берется в тыс. нм³/ч; при определении выбросов в т/г B_p берется в тыс. нм³/год;

k_{Π} - коэффициент пересчета; при определении выбросов в г/с, $k_{\Pi} = 0,278 \cdot 10^{-3}$, при определении выбросов в т/г, $k_{\Pi} = 10^{-6}$.

Расчетный расход топлива B_p , тыс. нм³/ч или тыс. нм³/год, определяется по формуле (1.1.12):

$$B_p = (1 - q_4 / 100) \cdot B \quad (1.1.12)$$

где B - полный расход топлива на котел тыс. нм³/ч или тыс. нм³/год

q_4 - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %.

Концентрация бенз(а)пирена, мг/нм³, в сухих продуктах сгорания природного газа на выходе из топочной зоны промтеплоэнергетических котлов малой мощности определяется следующим образом:

для $\alpha''_T = 1,08 \div 1,25$ по формуле (1.1.13):

$$c_{\Pi}^r = 10^{-3} \cdot (0,059 + 0,079 \cdot 10^{-3} \cdot q_v) \cdot K_d \cdot K_p \cdot K_{CT} / e^{3,8 \cdot (\alpha''_T - 1)} \quad (1.1.13)$$

для $\alpha''_T > 1,25$ по формуле (1.1.14):

$$c_{\Pi}^r = 10^{-3} \cdot (0,032 + 0,043 \cdot 10^{-3} \cdot q_v) \cdot K_d \cdot K_p \cdot K_{CT} / e^{1,14 \cdot (\alpha''_T - 1)} \quad (1.1.14)$$

где α''_T - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки;

q_v - теплонпряжение топочного объема, кВт/м³;

K_d - коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

K_p - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

K_{CT} - коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания.

Для расчета максимальных и валовых выбросов концентрация бенз(а)пирена приводятся к избыткам воздуха $\alpha_0 = 1,4$ по формуле (1.1.15):

$$c_j = c_{\Gamma_{\text{бп}}} \cdot \alpha''_{\Gamma} / \alpha_0 \quad (1.1.15)$$

где α''_{Γ} - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки.

Объем сухих дымовых газов может быть рассчитан по приближенной формуле (1.1.16):

$$V_{CT} = K \cdot Q_{\Gamma_i} \quad (1.1.16)$$

где K - коэффициент, учитывающий характер топлива.

Q_{Γ_i} - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/нм³).

Расчет максимально разового и годового выделения загрязняющих веществ в атмосферу приведен ниже.

Печь - ростер

$$B'_p = 0,569 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 0,537705 \text{ л/с};$$

$$B_p = 15,0085 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 14,18303 \text{ тыс. нм}^3/\text{год};$$

$$Q'_{\Gamma} = 0,537705 \cdot 10^{-3} \cdot 34,47 = 0,0231684 \text{ МВт};$$

$$Q_{\Gamma} = (14,18303 / 8760 / 3600 \cdot 10^6) \cdot 10^{-3} \cdot 34,47 = 0,0193782 \text{ МВт};$$

$$K'_{NOx} = 0,01 \cdot \sqrt{0,0231684} + 0,03 = 0,0315221 \text{ г/МДж};$$

$$K_{NOx} = 0,01 \cdot \sqrt{0,0193782} + 0,03 = 0,0313921 \text{ г/МДж};$$

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (30 - 30) = 1;$$

$$\beta_r = 0,16 \cdot \sqrt{0} = 0;$$

$$\beta_{\delta} = 0,022 \cdot 0 = 0;$$

$$K'_{\delta} = 1,4 \cdot (0,0231684 / 0,1)^2 - 5,3 \cdot 0,0231684 / 0,1 + 4,9 = 3,747225;$$

$$K_{\delta} = 1,4 \cdot (0,0193782 / 0,1)^2 - 5,3 \cdot 0,0193782 / 0,1 + 4,9 = 3,92553;$$

$$K_p = 0,04 \cdot 0 + 1 = 1;$$

$$K_{cm} = 0 / 14,22 + 1 = 1;$$

$$C_{CO} = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 34,47 = 3,447 \text{ г/нм}^3;$$

$$q_v = 15,50257 / 0,2361656 = 65,64282 \text{ кВт/м}^3;$$

$$q'_v = 18,53469 / 0,2361656 = 78,48177 \text{ кВт/м}^3;$$

$$C'_{\text{бп}} = 10^{-3} \cdot (0,59 + 0,079 \cdot 10^{-3} \cdot 78,48177) / e^{3,8 \cdot (1,1 - 1)} \cdot 3,747225 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0001671 \text{ мг/нм}^3;$$

$$C_{\text{бп}} = 10^{-3} \cdot (0,59 + 0,079 \cdot 10^{-3} \cdot 65,64282) / e^{3,8 \cdot (1,1 - 1)} \cdot 3,92553 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0001723 \text{ мг/нм}^3;$$

$$V_{CT} = 0,345 \cdot 34,47 = 11,89215 \text{ нм}^3/\text{нм}^3.$$

$$M^{NOx}_{301} = 0,569 \cdot 34,47 \cdot 0,0315221 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,8 = 0,0005726 \text{ г/с};$$

$$M^{NOx}_{301} = 15,0085 \cdot 34,47 \cdot 0,0313921 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,8 = 0,0150403 \text{ т/год}.$$

$$M^{NOx}_{304} = 0,569 \cdot 34,47 \cdot 0,0315221 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,13 = 0,000093 \text{ г/с};$$

$$M^{NOx}_{304} = 15,0085 \cdot 34,47 \cdot 0,0313921 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,225 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,13 = 0,002444 \text{ т/год}.$$

$$M^{CO}_{337} = 10^{-3} \cdot 0,569 \cdot 3,447 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 0,0018535 \text{ г/с};$$

$$M^{CO}_{337} = 10^{-3} \cdot 15,0085 \cdot 3,447 \cdot (1 - 5,5 / 100) = 0,0488889 \text{ т/год}.$$

$$M_{703}^{БП} = (0,0001671 \cdot 1,1 / 1,4) \cdot 11,89215 \cdot (0,537705 \cdot 3600 \cdot 10^{-6}) \cdot 0,000278 = 8,401 \cdot 10^{-10} \text{ з/с};$$

$$M_{703}^{БП} = (0,0001723 \cdot 1,1 / 1,4) \cdot 11,89215 \cdot 14,18303 \cdot 0,000001 = 2,2835 \cdot 10^{-8} \text{ м/год}.$$

1.3 ИЗА №6001 (Проезд автотранспорта)

Источниками выделений загрязняющих веществ являются двигатели автомобилей, перемещающихся по территории предприятия.

Расчет выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии со следующими методическими документами:

– Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, СПб., НИИ Атмосфера, 2005.

– Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом). М, 1998.

– Дополнения и изменения к Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом). М, 1999.

Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от автотранспортных средств, приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1 - Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязняющее вещество		Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
код	наименование		
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,000052	0,0001121
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0000085	0,0000182
328	Углерод (Сажа)	0,000005	0,0000094
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,0000115	0,0000241
337	Углерод оксид	0,0001867	0,0004402
415	Углеводороды предельные C1-C5	0,0000283	0,0000372
2732	Керосин	0,0000133	0,0000285

Исходные данные для расчета выделений загрязняющих веществ приведены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2 - Исходные данные для расчета

Наименование	Тип автотранспортного средства	Количество автомобилей		Одно-временность
		среднее в течение суток	максимальное за 1 час	
Еврофуры	Грузовой, г/п свыше 16 т, дизель	1	1	-
Газель	Грузовой, г/п до 2 т, инжект., газ	1	1	-
Газель	Грузовой, г/п от 2 до 5 т, дизель	1	1	-

Принятые условные обозначения, расчетные формулы, а также расчетные параметры и их обоснование приведены ниже.

Выбросы i -го вещества при движении автомобилей по расчётному внутреннему проезду $M_{прик}$ рассчитывается по формуле (1.1.1):

$$M_{\text{пр } i} = \sum_{k=1}^k m_{L\,ik} \cdot L \cdot N_k \cdot D_p \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (1.1.1)$$

где $m_{L\,ik}$ – пробеговый выброс i -го вещества, автомобилем k -й группы при движении со скоростью 10-20 км/час $г/км$;

L - протяженность расчётного внутреннего проезда, $км$;

N_k - среднее количество автомобилей k -й группы, проезжающих по расчётному проезду в течении суток;

D_p - количество расчётных дней.

Максимально разовый выброс i -го вещества G_i рассчитывается по формуле (1.1.2):

$$G_i = \sum_{k=1}^k m_{L\,ik} \cdot L \cdot N'_k / 3600, \text{ г/с} \quad (1.1.2)$$

где N'_k – количество автомобилей k -й группы, проезжающих по расчётному проезду за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью проезда автомобилей.

Удельные выбросы загрязняющих веществ при пробеге по расчётному проезду приведены в таблице 1.1.3.

Таблица 1.1.3 - Удельные выбросы загрязняющих веществ

Тип	Загрязняющее вещество	Пробег, г/км
Грузовой, г/п свыше 16 т, дизель	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	3,12
	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,507
	Углерод (Сажа)	0,3
	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,69
	Углерод оксид	6
	Керосин	0,8
Грузовой, г/п до 2 т, инжент., газ	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,24
	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,039
	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,07
	Углерод оксид	11,2
	Углеводороды предельные C1-C5	1,7
Грузовой, г/п от 2 до 5 т, дизель	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	1,76
	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,286
	Углерод (Сажа)	0,13
	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,34
	Углерод оксид	2,9
	Керосин	0,5

Расчет годового и максимально разового выделения загрязняющих веществ в атмосферу приведен ниже.

Годовое выделение загрязняющих веществ M , $т/год$:

Еврофуры

$$\begin{aligned}
M_{301} &= 3,12 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000683; \\
M_{304} &= 0,507 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000111; \\
M_{328} &= 0,3 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000066; \\
M_{330} &= 0,69 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000151; \\
M_{337} &= 6 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0001314; \\
M_{2732} &= 0,8 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000175.
\end{aligned}$$

Газель

$$\begin{aligned}
M_{301} &= 0,24 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000053; \\
M_{304} &= 0,039 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000009; \\
M_{330} &= 0,07 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000015; \\
M_{337} &= 11,2 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0002453; \\
M_{415} &= 1,7 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000372.
\end{aligned}$$

Газель

$$\begin{aligned}
M_{301} &= 1,76 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000385; \\
M_{304} &= 0,286 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000063; \\
M_{328} &= 0,13 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000028; \\
M_{330} &= 0,34 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000074; \\
M_{337} &= 2,9 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,0000635; \\
M_{2732} &= 0,5 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 0,000011.
\end{aligned}$$

Максимально разовое выделение загрязняющих веществ **G**, г/с:

Еврофуры

$$\begin{aligned}
G_{301} &= 3,12 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,000052; \\
G_{304} &= 0,507 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000085; \\
G_{328} &= 0,3 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,000005; \\
G_{330} &= 0,69 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000115; \\
G_{337} &= 6 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0001; \\
G_{2732} &= 0,8 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000133.
\end{aligned}$$

Газель

$$\begin{aligned}
G_{301} &= 0,24 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,000004; \\
G_{304} &= 0,039 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000007; \\
G_{330} &= 0,07 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000012; \\
G_{337} &= 11,2 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0001867; \\
G_{415} &= 1,7 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000283.
\end{aligned}$$

Газель

$$\begin{aligned}
G_{301} &= 1,76 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000293; \\
G_{304} &= 0,286 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000048; \\
G_{328} &= 0,13 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000022; \\
G_{330} &= 0,34 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000057; \\
G_{337} &= 2,9 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000483; \\
G_{2732} &= 0,5 \cdot 0,06 \cdot 1 / 3600 = 0,0000083.
\end{aligned}$$

Из результатов расчётов максимально разового выброса для каждого типа автотранспортных средств в итоговые результаты по источнику занесены наибольшие значения, полученные с учетом неодновременности и нестационарности во времени движения автотранспортных средств.

Таблица 1.1 – Источники выделения загрязняющих веществ

№ цеха	Наименование цеха	№ участка	Наименование участка	Номер источника выделения (ИВ)	Наименование источника выделения (ИВ)	Хар-ка стационарно-сти работы ИВ (№ режима нестационарности)	Время работы ИВ с учетом нестационарности		Количество ИВ под одним номером	Загрязняющее вещество		Количество ЗВ, отходящих от ИВ				Инвентарный № газоочистного оборудования – ГОУ (если производится очистка)	Номер ИЗВ, в который поступают загрязняющие вещества от источника выделения	Примечание						
							в сутки, час/сутки	всего за год, часов		код	наименование	при учете нестационарности		всего (тонн в год)										
												г/сек	т/год											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
1. Площадка №1																								
001	Цех №1	01			-	000001	Котел Grizzly klo 100 - 1	-	1	0301	Азота диоксид	0,000375	0,0057555	0,0057555	-	1.001.0001	-							
										0304	Азота оксид	0,0000609	0,0009353	0,0009353										
										0337	Углерод оксид	0,0017362	0,0269388	0,0269388										
										0703	Бенз/а/пирен	1,25e-10	0,00000000	0,00000000										
													224	224										
										000002	Котел Grizzly klo 100 - 2	-	24	7296	1	0301	Азота диоксид	0,000375	0,0057555	0,0057555	-	1.001.0002	-	
																0304	Азота оксид	0,0000609	0,0009353	0,0009353				
																0337	Углерод оксид	0,0017362	0,0269388	0,0269388				
																0703	Бенз/а/пирен	1,25e-10	0,00000000	0,00000000				
																			224	224				
										000003	Обжарочная печь Probat Probatione 25 typ2 ssg2 PC	-	24	8760	1	0301	Азота диоксид	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-	1.001.0003	-	
																0304	Азота оксид	0,000093	0,002444	0,002444				
																0337	Углерод оксид	0,0018535	0,0488889	0,0488889				
																0703	Бенз/а/пирен	0,00000000	0,00000002	0,00000002				
																		084	284	284				
										000004	Обжарочная печь Loring s15 falcon	-	24	8760	1	0301	Азота диоксид	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-	1.001.0004	-	
																0304	Азота оксид	0,000093	0,002444	0,002444				
																0337	Углерод оксид	0,0018535	0,0488889	0,0488889				
																0703	Бенз/а/пирен	0,00000000	0,00000002	0,00000002				
																		084	284	284				
										000005	Обжарочная печь Loring s70 peregrine model - 1	-	24	8760	1	0301	Азота диоксид	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-	1.001.0005	-	
																0304	Азота оксид	0,000093	0,002444	0,002444				
																0337	Углерод оксид	0,0018535	0,0488889	0,0488889				
																0703	Бенз/а/пирен	0,00000000	0,00000002	0,00000002				
																		084	284	284				
										000006	Обжарочная печь Loring s70 peregrine model - 2	-	24	8760	1	0301	Азота диоксид	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-	1.001.0006	-	
																0304	Азота оксид	0,000093	0,002444	0,002444				
																0337	Углерод оксид	0,0018535	0,0488889	0,0488889				
																0703	Бенз/а/пирен	0,00000000	0,00000002	0,00000002				
																		084	284	284				
										000009	Проезд автотранспорта	-	3	59	78	2732	Керосин	0,0000133	0,0000285	0,0000285	-	1.001.6001	-	
																0301	Азота диоксид	0,000052	0,0001121	0,0001121				
																0304	Азота оксид	0,0000085	0,0000182	0,0000182				
																0328	Сажа	0,000005	0,0000094	0,0000094				
																0330	Сера диоксид	0,0000115	0,0000241	0,0000241				
																0337	Углерод оксид	0,0001867	0,0004402	0,0004402				

№ цеха	Наименование цеха	№ учас- тка	Наименование участка	Номер источи- ка выде- ления (ИВ)	Наименование источника выделения (ИВ)	Хар-ка нестационарно- сти работы ИВ (№ ре- жима нестаци-ти)	Время работы ИВ с учетом не- стационарности		Количество ИВ под одним номером	Загрязняющее вещество		Количество ЗВ, отходящих от ИВ				Инвентарный № газо- очистного оборудо- вания (если произво- дится очистка)	Номер ИЗАВ, в который пос- тавляют загряз- няющие веще- ства от источ- ника выделе- ния	Примеча- ние
							в сутки, час/ сутки	всего за год, ча- сов		код	наименование	при учете нестационар- ности	всего (тонн в год)					
														г/сек	т/год			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
										0415	Смесь предельных угле- водородов C1H4-C5H12	0,0000283	0,0000372	0,0000372				

Таблица 1.2 – Источники выбросов загрязняющих веществ

№ ИЗАВ	Тип, ИЗАВ	Наимено- вание ИЗАВ	Число ИЗАВ,об.под од.ном.	Высота источника, м		Размеры устья источника		Координаты источника на карте-схеме				Ширина площадного источника, м	№ режима(станд.выбр.)	Скорость выхода ГВС, м/с, фактическая /осреднен- ная/	Вертикальная составляю- щая осредненной скоро- сти выхода ГВС, м/с	Объем (расход) ГВС, м³/с (при ф.у./осредн./	Температура ГВС, °C /осредненная/	Плотность ГВС, кг/м³	ЗВ, выбрасываемые в атмосферный воздух (для каждого режима (стадии) выброса ЗВ)				Итого за год вы- броса ве- щества ис- точником, т/год	При- ме- ча- ние		
				код	наименование	концен- трация, мг/м³	мощность выброса, г/с	суммар- ные годо- вые (ва- лов.) вы- бросы реж.(ст.) ИЗАВ, т/год,																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1. Площадка №1																										
1.001. Цех №1																										
1.001.0001	1	Труба	1	5	0,18	-	-	-1,66	1,04	-	-	-	-	0,15719	-	0,004	129	-	0301	Азота диоксид	138,05	0,000375	0,0057555	0,0057555	0,0057555	-
																			0304	Азота оксид	22,42	0,0000609	0,0009353	0,0009353	0,0009353	
																			0337	Углерод оксид	639,15	0,0017362	0,0269388	0,0269388	0,0269388	
																			0703	Бенз/а/пирен	4,59e-5	1,25e-10	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
1.001.0002	1	Труба	1	4,7	0,18	-	-	0,79	1,15	-	-	-	-	0,15719	-	0,004	129	-	0301	Азота диоксид	138,05	0,000375	0,0057555	0,0057555	0,0057555	-
																			0304	Азота оксид	22,42	0,0000609	0,0009353	0,0009353	0,0009353	
																			0337	Углерод оксид	639,15	0,0017362	0,0269388	0,0269388	0,0269388	
																			0703	Бенз/а/пирен	4,59e-5	1,25e-10	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
1.001.0003	1	Труба	1	7	0,15	-	-	-1,15	1,84	-	-	-	-	0,33953	-	0,006	140	-	0301	Азота диоксид	144,37	0,0005726	0,0150403	0,0150403	0,0150403	-
																			0304	Азота оксид	23,45	0,000093	0,002444	0,002444	0,002444	
																			0337	Углерод оксид	467,34	0,0018535	0,0488889	0,0488889	0,0488889	
																			0703	Бенз/а/пирен	0,00021	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
																					0084	2284	2284	2284	2284	
1.001.0004	1	Труба	1	7	0,15	-	-	-0,29	1,84	-	-	-	-	0,33953	-	0,006	140	-	0301	Азота диоксид	144,37	0,0005726	0,0150403	0,0150403	0,0150403	-
																			0304	Азота оксид	23,45	0,000093	0,002444	0,002444	0,002444	
																			0337	Углерод оксид	467,34	0,0018535	0,0488889	0,0488889	0,0488889	
																			0703	Бенз/а/пирен	0,00021	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
																					0084	2284	2284	2284	2284	

№ ИЗАВ	Тип, ИЗАВ	Наименование ИЗАВ	Число ИЗАВ,об.под од.ном.	Размеры Устья источника				Координаты источника на карте-схеме					Ширина площадного источника, м	№ режима(стад.выбр.)	Скорость выхода ГВС, м/с, фактическая /средняя/	Вертикальная составляющая скорости выхода ГВС, м/с	Объем (расход) ГВС, м³/с (при ф.у./средн./)	Температура ГВС, °C /средняя/	Плотность ГВС, кг/м³	ЗВ, выбрасываемые в атмосферный воздух (для каждого режима (стадии) выброса ЗВ)					Итого за год выбросов веществ источником, т/год	Примечание	
				Источника				X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	код								наименование	концентрация, мг/м³	мощность выброса, Г/с	суммарные годовые (валов.) выбросы реж.(ст.) ИЗАВ, т/год				
				круг-	прямо-	диаметр, м	длина, м																	ширина, м			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1.001.0005	1	Труба	1	7	0,15	-	-	0,65	1,76	-	-	-	-	0,33953	-	0,006	140	-	-	0301	Азота диоксид	144,37	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-	
																			0304	Азота оксид	23,45	0,000093	0,002444	0,002444	0,002444		
																			0337	Углерод оксид	467,34	0,0018535	0,0488889	0,0488889	0,0488889		
																			0703	Бенз/а/пирен	0,00021	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000		
1.001.0006	1	Труба	1	7	0,15	-	-	-0,11	0,86	-	-	-	-	0,33953	-	0,006	140	-	-	0301	Азота диоксид	144,37	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-	
																			0304	Азота оксид	23,45	0,000093	0,002444	0,002444	0,002444		
																			0337	Углерод оксид	467,34	0,0018535	0,0488889	0,0488889	0,0488889		
																			0703	Бенз/а/пирен	0,00021	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000		
1.001.6001	3	Неорг.	1	2	-	-	-	-0,61	0,25	-0,37	-0,74	59,98	-	-	-	-	-	-	2732	Керосин	-	0,0000133	0,0000285	0,0000285	0,0000285	-	
																			0301	Азота диоксид	-	0,000052	0,0001121	0,0001121	0,0001121		
																			0304	Азота оксид	-	0,0000085	0,0000182	0,0000182	0,0000182		
																			0328	Сажа	-	0,000005	0,0000094	0,0000094	0,0000094		
																			0330	Сера диоксид	-	0,0000115	0,0000241	0,0000241	0,0000241		
																			0337	Углерод оксид	-	0,0001867	0,0004402	0,0004402	0,0004402		
																			0415	Смесь углеводородов C1H4-C5H12	-	0,0000283	0,0000372	0,0000372	0,0000372		
Примечания																											
1 в графе «Тип ИЗАВ» значение 1 соответствует точечному ИЗАВ.																											
2 в графе «Тип ИЗАВ» значение 3 соответствует неорганизованному ИЗАВ.																											

Примечания

1 в графе «Тип ИЗАВ» значение 1 соответствует точечному ИЗАВ.

2 в графе «Тип ИЗАВ» значение 3 соответствует неорганизованному ИЗАВ.

Таблица 1.3 – Параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для расчета загрязнения атмосферы

Цех, участок	Источник выделения загрязняющих веществ				Наименование ист. выброса	К-во ист. под №	Номер ист. выбр.	Номер режима	Высота ист. выбрса, м	Диаметр трубы, м	Параметры газовой смеси на выходе из ист. выброса				Координаты на карте-схеме, м				Ширина площ. источника, м	Наименование газоочистных установок	Коэф. обесп. газоочисткой, %	Средн. эк. ст. очист.	Загрязняющее вещество				Выбросы загрязняющих веществ		Валовый выброс по источнику, т/год	Примечание	
	наименование	к-во, шт.	к-во часов работы в год	температура, °С							скорость, м/с	объем на 1 трубу, м³/с	X _i	Y _i	X ₂	Y ₂	код	наименование					г/с	мг/м³ при н.у.	т/год						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
1. Площадь №1																															
1.001. Цех №1																															
01. -	Котел Grizzly klo 100 - 1	1	7296	Труба	1	0001	-	5	0,18	0,15719	0,004	129	-1,66	1,04	-	-	-	-	-	-	0301 Азота диоксид	0,000375	138,05	0,0057555	0,0057555	0,0057555	-				
																					0304 Азота оксид	0,0000609	22,42	0,0009353	0,0009353	0,0009353					

Таблица 1.4 – Установление перечня загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу,

Вещество		Использ. критерий	Значение критерия, мг/м³	Класс опас- ности	Выброс вещества		
код	наименование				г/с	т/год	д.ПДК
1	2	3	4	5	6	7	8
0301	Азота диоксид	ПДКм.р. ПДКс.с.	0,2 0,04	3	0,0030924	0,0717843	0,15 0,35
0304	Азота оксид	ПДКм.р. ПДКс.с.	0,4 0,06	3	0,0005023	0,0116648	0,012 0,037
0328	Сажа	ПДКм.р. ПДКс.с.	0,15 0,05	3	0,000005	0,0000094	0,0029 0,0015
0330	Сера диоксид	ПДКм.р. ПДКс.с.	0,5 0,05	3	0,0000115	0,0000241	0,00066 0,0012
0337	Углерод оксид	ПДКм.р. ПДКс.с.	5 3	4	0,0110731	0,2498734	0,023 0,017
0415	Смесь предельных углеводородов C1H4-C5H12	ПДКм.р. ПДКс.с.	200 50	4	0,0000283	0,0000372	0,00000404 0,00000249
0703	Бенз/а/пирен	ПДКс.с.	1,00е-6	1	0,00000000361	0,00000009583	0,042
2732	Керосин	ОБУВ	1,2	-	0,0000133	0,0000285	0,00032
Всего веществ (8):					0,01472590361	0,33342179584	-
в том числе твердых (2):					0,00000500361	0,00000949584	-
жидких и газообразных (6):					0,0147209	0,3334123	-
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия:							
6204. Азота диоксид, серы диоксид							0,094

Таблица 1.5 – Масса выбросов загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	Данные об источнике выбросов	Масса выбросов загрязняющих веществ			
			г/сек	т/год		
				всего	в том числе в пределах нормативов допустимых выбросов	с превышением нормативов допустимых выбросов
2	3	4	5	6	7	8
Азота диоксид	3	1.001.0001. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 1)	0,000375	0,0057555	0,0057555	-
		1.001.0002. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 2)	0,000375	0,0057555	0,0057555	-
		ИТОГО	0,00075	0,011511	0,011511	
		1.001.0003. Труба (Обжарочная печь Probat Probatone 25 typ2 ssg2 PC)	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-
		1.001.0004. Труба (Обжарочная печь Loring s15 falcon)	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-
		1.001.0005. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 1)	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-
		1.001.0006. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 2)	0,0005726	0,0150403	0,0150403	-
		ИТОГО	0,0022904	0,0601612	0,0601612	
		1.001.6001. Неорг. (транспорт)	0,000052	0,0001121	0,0001121	-
		ИТОГО	0,000052	0,0001121	0,0001121	
Азота оксид	3	1.001.0001. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 1)	0,0000609	0,0009353	0,0009353	-
		1.001.0002. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 2)	0,0000609	0,0009353	0,0009353	-
		ИТОГО	0,0001218	0,0018706	0,0018706	
		1.001.0003. Труба (Обжарочная печь Probat Probatone 25 typ2 ssg2 PC)	0,000093	0,002444	0,002444	-
		1.001.0004. Труба (Обжарочная печь Loring s15 falcon)	0,000093	0,002444	0,002444	-
		1.001.0005. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 1)	0,000093	0,002444	0,002444	-
		1.001.0006. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 2)	0,000093	0,002444	0,002444	-
		ИТОГО	0,000372	0,009776	0,009776	
		1.001.6001. Неорг. (транспорт)	0,0000085	0,0000182	0,0000182	-
		ИТОГО	0,0000085	0,0000182	0,0000182	
Сажа	3	1.001.6001. Неорг. (транспорт)	0,000005	0,0000094	0,0000094	-

Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	Данные об источнике выбросов	Масса выбросов загрязняющих веществ			
			г/сек	т/год		
				всего	в том числе в пределах нормативов допустимых выбросов	с превышением нормативов допустимых выбросов
2	3	4	5	6	7	8
		ИТОГО	0,000005	0,0000094	0,0000094	
Сера диоксид	3	1.001.6001. Неорг. (транспорт)	0,0000115	0,0000241	0,0000241	-
		ИТОГО	0,0000115	0,0000241	0,0000241	
Углерод оксид	4	1.001.0001. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 1)	0,0017362	0,0269388	0,0269388	-
		1.001.0002. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 2)	0,0017362	0,0269388	0,0269388	-
		ИТОГО	0,0034724	0,0538776	0,0538776	
		1.001.0003. Труба (Обжарочная печь Probat Probatone 25 typ2 ssg2 PC)	0,0018535	0,0488889	0,0488889	-
		1.001.0004. Труба (Обжарочная печь Loring s15 falcon)	0,0018535	0,0488889	0,0488889	-
		1.001.0005. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 1)	0,0018535	0,0488889	0,0488889	-
		1.001.0006. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 2)	0,0018535	0,0488889	0,0488889	-
		ИТОГО	0,007414	0,1955556	0,1955556	
		1.001.6001. Неорг. (транспорт)	0,0001867	0,0004402	0,0004402	-
		ИТОГО	0,0001867	0,0004402	0,0004402	
Смесь предельных углеводородов C1H4-C5H12	4	1.001.6001. Неорг. (транспорт)	0,0000283	0,0000372	0,0000372	-
		ИТОГО	0,0000283	0,0000372	0,0000372	
Бенз/а/пирен	1	1.001.0001. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 1)	0,000000000125	0,00000000224	0,00000000224	-
		1.001.0002. Труба (Котел Grizzly klo 100 – 2)	0,000000000125	0,00000000224	0,00000000224	-
		ИТОГО	0,00000000025	0,00000000448	0,00000000448	
		1.001.0003. Труба (Обжарочная печь Probat Probatone 25 typ2 ssg2 PC)	0,00000000084	0,00000002284	0,00000002284	-
		1.001.0004. Труба (Обжарочная печь Loring s15 falcon)	0,00000000084	0,00000002284	0,00000002284	-
		1.001.0005. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 1)	0,00000000084	0,00000002284	0,00000002284	-
		1.001.0006. Труба (Обжарочная печь Loring s70 peregrine model – 2)	0,00000000084	0,00000002284	0,00000002284	-
		ИТОГО	0,00000000336	0,00000009136	0,00000009136	
Керосин	-	1.001.6001. Неорг. (транспорт)	0,0000133	0,0000285	0,0000285	-
		ИТОГО	0,0000133	0,0000285	0,0000285	
Итого по Котлам			0,00434420025	0,06725920448	0,06725920448	
Итого по Печам			0,01007640336	0,26549289136	0,26549289136	
Итого по Автотранспорту			0,0003053	0,0006697	0,0006697	

Расчет выбросов CO₂

Количественное определение выбросов CO₂ от стационарного сжигания топлива выполняется расчетным методом по отдельным источникам, группам источников или организации в целом согласно Приказа №300 от 30.06.2015 г. «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» по формуле

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (FC_{j,y} \times EF_{CO_2,j,y} \times OF_{j,y})$$

где

- выбросы CO₂ от стационарного сжигания топлива за период у, т CO₂;
- FC_{j,y} - расход топлива j за период у, тыс.м³, т, т у.т. или ТДж;
- EF_{CO₂,j,y} - коэффициент выбросов CO₂ от сжигания топлива j за период у, т CO₂/ед.; (принимается по таблице 1.1 приложения №2)
- OF_{j,y} - коэффициент окисления топлива j, доля; (Равен 1, в соответствии с пунктом 1.7)
- j - вид топлива, используемого для сжигания;

- n - количество видов топлива, используемых за период у.

$$FC_{j,y} = FC'_{j,y} \times k_{j,y}$$

где

- $FC_{j,y}$ - расход топлива j в энергетическом эквиваленте за период у, т у.т.;

- расход топлива j в натуральном выражении за период у, т или тыс. м³;

- $k_{j,y}$ - коэффициент перевода в тонны условного топлива, т у.т./т, т у.т./тыс. м³.

Расчет

Вид используемого топлива: Газ горючий природный (естественный)

Расход топлива:	76,574	тыс. м ³
k	1,154	
F _{cjy}	88,366396	т.у.т.
EF	1,59	
OF	1	
E _{co2}	140,5025696	т

Приложение Д

Цикличное использование систем канализации.

1. Энергия.

Годовой сток канализации, вывозимой автотранспортом на очистные сооружения составляет – 528 куб.м.

Горячая вода во всем комплексе здания производится с помощью электрических водонагревателей.

Средняя температура серых стоков принята из нормативных показателей в 30 С.

Температура холодной воды (из скважины) принимаем равной – 5 С.

Количество тепловой энергии содержащееся таким образом в стоках -

$$Q=cm(t_2-t_1)= 4217 * 528\,000*25=55\,664\,000\text{ мДж}=15\,462\text{ кВт*час}$$

Где m=528 000 кг, - масса воды, принимаем 528 куб.м. воды при плотности 1000 кг/куб.м.

C=4217 Дж/(кг*град) – удельная теплоемкость воды при T=5С

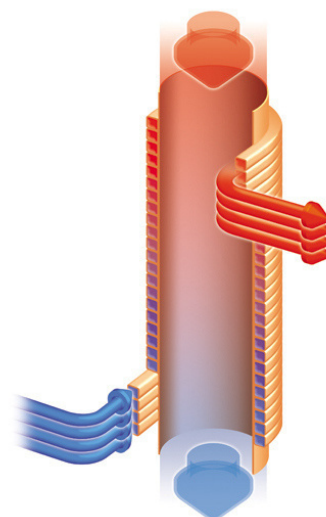
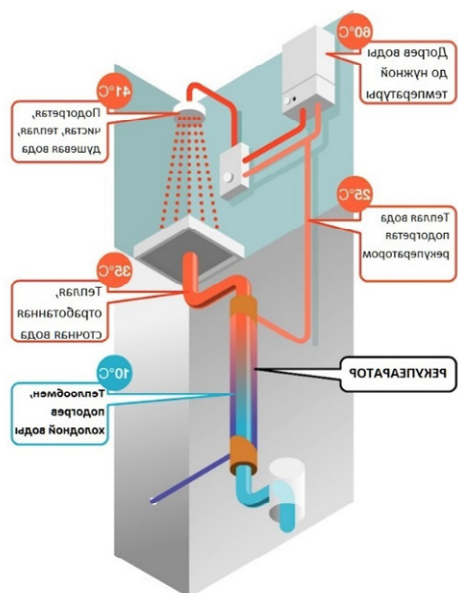
T₂-t₁= 30-5= 25С – количество градусов на которое необходимо нагреть воду

Стоимость энергии на нагрев воды, содержащихся в стоках, с учетом по тарифу электроэнергии 7 руб/ кВт-час, при принятом КПД электронагревателя 0,9 (с учетом теплотерь)

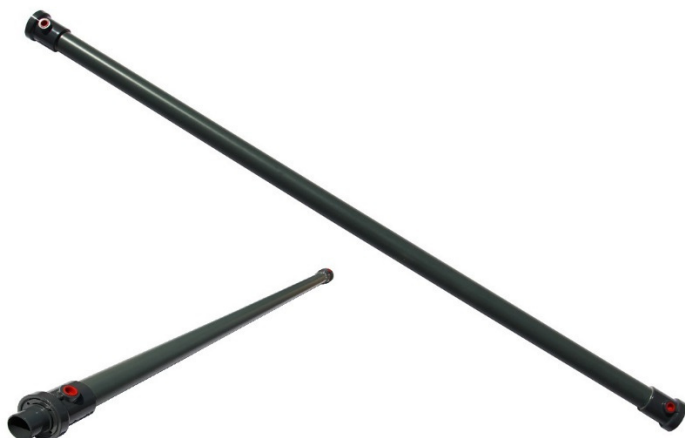
$$15\,462\text{ кВт-час} / 0,9 * 7\text{ руб}=120\,620\text{ руб.}$$

Решения по рекуперации стоков. Имеется 2 принципиальных решения по рекуперации стоков.

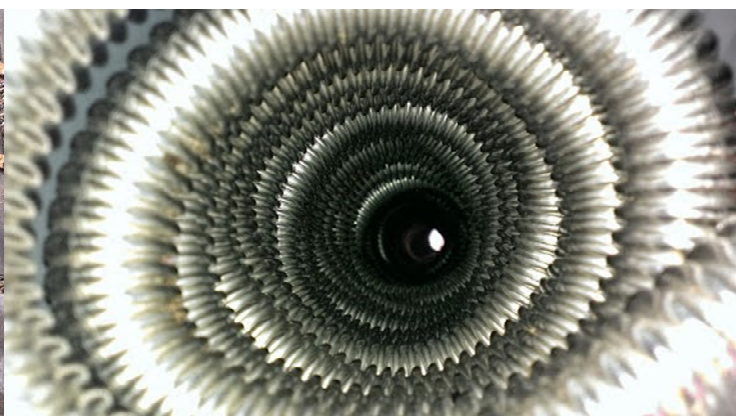
- 1 вариант Локальный теплообменник на отдельных приборах или стояках.**
Основной принцип, с помощью теплообменника вода-вода происходит нагрев поступающей холодной воды в бак-аккумулятор или водонагреватель, повышая начальную температуру для нагрева и уменьшая расход энергии.



Эффективность существующих на рынке приборов от 30 до 50% (кол-во возврата тепла).



Зарубежные аналоги (европа/америка) – выполняются из меди и имеют внешний съем тепла, отечественные – внутренний съем тепла. Простейший теплообменник можно собрать самому из подручных материалов – заводского канализационного пластикового колена и алюминиевого шланга.



Стоимость приборов с монтажом на один стояк от 10 000 руб до 30 000 руб, зарубежные – до 80 000 руб. Эффективность 30-50% более дорогие имеют больший КПД)

Для комплекса здания необходимо 5-6 приборов,

Таким образом, стоимость нескольких системы от 60 000 до 200 000 руб.

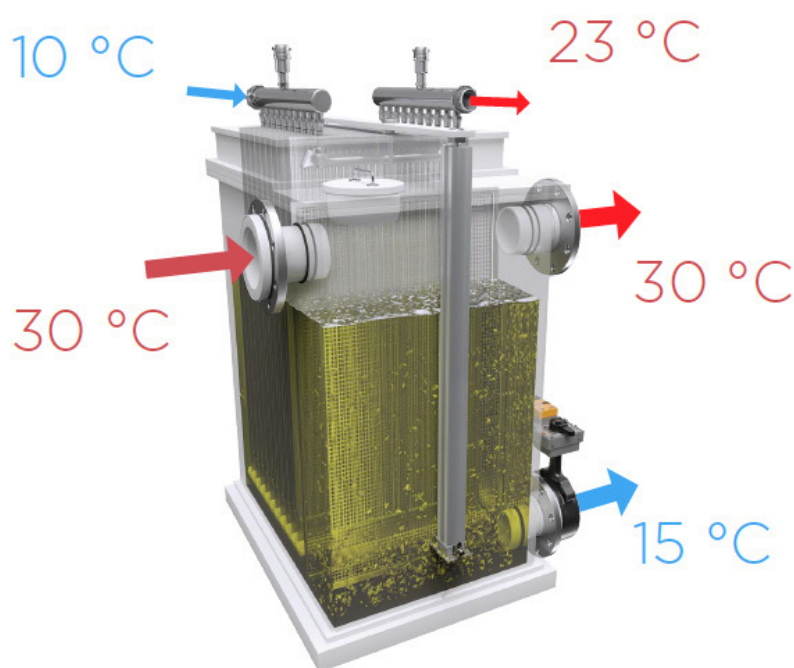
Система сможет экономить - от 36 000 до 60 000 руб/год,

Окупаемость от 2-х до 5-ти лет.

Уменьшение расхода электроэнергии максимально до 7 500 квт-час/год

Уменьшение углеродного следа на 1 770 кг CO₂/год.

2 вариант. Использование централизованной системы рекуперации.



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

1. Локальные очистные сооружения.

Годовой объем – 528 куб.м.

Общий среднемесячный сток – 44 куб.м.,

Среднесуточный -1,5 куб.м

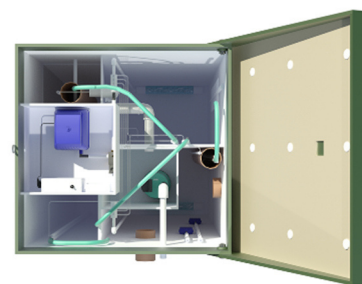
Стоимость вывоза стоков – 92 400 руб/год

Углеродный след при вывозе автотранспорта составляет – 1028 кг CO₂/год.

Углеродный след при работе городских очистных сооружений – не поддается оценке.

Стоки со всего производственного комплекса характеризуются как хозяйственно-бытовые, Основные стоки – с санузлов и душевых, небольшой объем стоков со столовой.

Это дает возможность установки бытовых локальных очистных сооружения типа ТОПАС, Для такого объема подходит установка ТОПАС-С10 Пр.



Стоимость оборудования с доставкой и шеф-монтажем – 200 000 руб.

С учетом земляных работ и установкой емкости в 3 куб.м. – до 280 000 руб.

Потребление элеткроэнегрии 2 квт-ч/сутки, 730 квт-ч/год*7 руб= 5110 руб.

Вода очищается до уровня технической, ее допускается

- сливать в грунт,
- сливать на рельеф
- Использовать для полива территории и озеленения.
- Использовать для технического водоснабжения, смыва в санузлах, мойки автотранспорта и техники.
- В процессе образуется стабилизированный ил, который можно использовать для удобрений, продавать/либо использовать для собственных нужд.

Таким образом экономия

В год с учетом затрат на эксплуатацию – 87 300 руб/год (Окупаемость 2,3 - 3,2 года)

Уменьшение выбросов CO₂ - 1028 кг CO₂/год.

Уменьшение выбросов CO₂ при очистке на очистных – не поддается оценке, предположительно не менее вывоза.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Расчет углеродного следа для персонала.

Углекислый газ (CO₂)

1. Годовое количество трудозатрат офиса- 40 000 чел/час
2. Годовое количество трудозатрат производства 85 500 чел/час.
3. Среднее количество углекислого газа выделяемого при офисной работы – 25 л/час (49 г/час)
4. Среднее количество углекислого газа выделяемого при легкой физической работе – 36 л/час (70,63 г/час).
5. Годовой количество углекислого газа, выдыхаемого сотрудниками
 $40\,000 \times 49,0 + 85\,500 \times 70,63 = 8\,000 \text{ кг}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

Расчет углеродного следа от производства электроэнергии.

Общий расход электроэнергии – 249 144 квт-час.

Источник электроснабжения – Ижевская ТЭЦ-1

по данным отчета «Схема теплоснабжения г. Ижевска» от ЗАО «ИВЭНЕРГОСЕРВИС»:

- Годовой расход условного топлива – 0,211 кг/ квт-ч

- Вид топлива – природный газ, $Q_u=11\,742.69$ ккал/кг ($8\,572.16$ ккал/м³).

К-т потерь в электрических сетях от источника – принимаем 0,98

$249\,144 \text{ квт} \cdot 0,211 \text{ кг/квт-час} = 0,0526 \text{ т.у.т}$

$0,0526 \cdot (7000/11742,69) = 0,03136 \text{ млн куб.м.} = 31\,360 \text{ куб.м.}$

С учетом потерь в сетях $31\,360/0,92 = 32\,000 \text{ куб.м.}$

Принимаем приведенный расчет

выбросов CO₂ от стационарного сжигания топлива выполняется расчетным методом по отдельным источникам, группам источников или организации в целом согласно Приказа №300 от 30.06.2015 г. «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» по формуле

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (FC_{j,y} \times EF_{CO_2,j,y} \times OF_{j,y})$$

где

- выбросы CO₂ от стационарного сжигания топлива за период у, т CO₂;

- $FC_{j,y}$ - расход топлива j за период у, тыс.м³, т, т у.т. или ТДж;

- $EF_{CO_2,j,y}$ - коэффициент выбросов CO₂ от сжигания топлива j за период у, т CO₂/ед.; (принимается по таблице 1.1 приложения №2)

- $OF_{j,y}$ - коэффициент окисления топлива j, доля; (Равен 1, в соответствии с пунктом 1.7)

- j - вид топлива, используемого для сжигания;

- n - количество видов топлива, используемых за период у.

$$FC_{j,y} = FC'_{j,y} \times k_{j,y}$$

где

- $FC'_{j,y}$ - расход топлива j в энергетическом эквиваленте за период у, т у.т.;

- расход топлива j в натуральном выражении за период у, т или тыс. м³;

- $k_{j,y}$ - коэффициент перевода в тонны условного топлива, т у.т./т, т у.т./тыс. м³.

Расчет

Вид используемого топлива: Газ горючий природный (естественный)

Расход топлива:	32,000	тыс. м ³
k	1,154	
F _{cjy}	88,366396	т.у.т.
EF	1,59	
OF	1	
E _{co2}	58,58	т

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Расчет на временное -понижение температуры в здании

1. Общие теплотери здания за отопительный период находят по формуле.

$$Q_h = 0,0864 K_m D_d A_e^s$$

Где D_d - это градусо-сутки отопительного периода

2. Градусутки для обычного режима для г.Ижевска

$$D_1 = 222 \times (20 - (-5,6)) = 5683,2 \text{ ГСОП}$$

Где 222- количество дней отопительного периода

20- температура внутреннего воздуха,

-5,6 –средняя температура отопительного периода

3. Принимаем за условие, что температура воздуха в помещении в течении

Рабочей смены (10 часов) - +20С,

В течении 12 часов - +10С.

Два часа в сутки на подъем/понижение температуры с +20С до +10С и обратно.

Для запаса возьмем что в эти два часа температура также условно принята за 20С,

Таким образом среднесуточная температура составит 15С.

4. ГСОП для этого режима составить

$$D_1 = 222 \times (15 - (-5,6)) = 4573,2 \text{ ГСОП}$$

5. При прочих равных характеристика здания (размеры, режим работы вентиляции в рабочее время и прочее), теплотери будут пропорциональны ГСОП.

Таким образом $Q_1/Q_2 = 5683,2/4573,2 = 1,242$

Снижение энергии составит 24,2%

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Расчет углеродного следа при транспортировке газа

газ для печи+котельные

годовой расход газа	76 574,00	куб..м.
калорийность	8 572,16	ккал/нм
энергетическая ценность	656 404 579,84	ккал
1 ккалория	4 186,80	дж
энергетическая ценность	2 748 234 694 874,11	дж
	2 748,23	Гдж

газ для ТЭЦ-1

годовой расход газа	32 000,00	куб..м.
калорийность	8 572,16	ккал/нм
энергетическая ценность	274 309 120,00	ккал
1 ккалория	4 186,80	дж
энергетическая ценность	1 148 477 423 616,00	дж
	1 148,48	Гдж

Ижевск от Уренгоя на расстоянии 1860 км
(37,5 % расстояния до центральной европы)

углеродный слой	5,80	кг/Гдж
от печей и котельных	15 939,76	кг
для ТЭЦ-1	6 661,17	кг

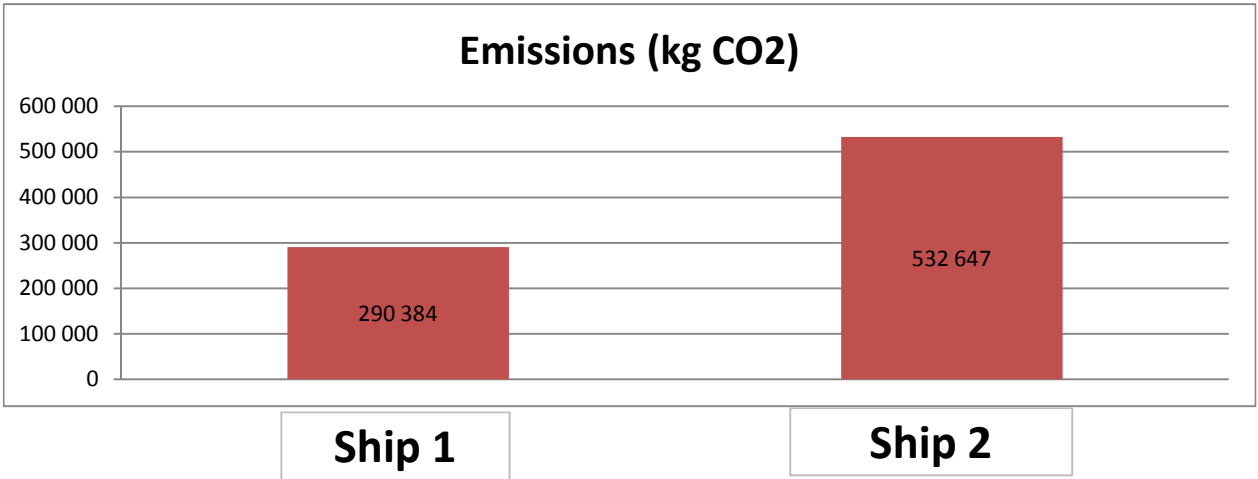
Cargo Shipping Emissions Calculator

Select Details	
Ship Type	General Cargo (5,000 - 9,999 dwt, 100+ TEU)
Distance (km)	9877
Total Cargo (tonnes)	1680

Ship Comparison	
Ship Type	Container Ship (1,000 - 1,999 TEU)

Calculations	
Emissions (kg CO2)	290 384

Comparison Calculations	
Emissions (kg CO2)	532 647



ПРИЛОЖЕНИЕ М

Расчеты углеродного следа при транспортировке

доставка зеленых зерен

Направление	суммарное расстояние, одна поездка	расход топлива, л на 100 км	расход топлива	к-т	CO2,кг	кол-во рейсов, год	общее, кол-во, кг
доставка СПб-Ижевск	1900	35	665	2,598	1727,67	84	145 124,28
доставка морем Форталеза - СПб	9877						411515,5
ИТОГО							556 639,78

доставка бутилированной воды автомобиль типа газель, дизель

Направление	суммарное расстояние, одна поездка	расход топлива, л на 100 км	расход топлива	к-т	CO2,кг	кол-во рейсов, год	общее, кол-во, кг
с.Киясово - Ижевск	67	12	8,04	2,598	20,8879	1,8	37,60