



СОГЛАСОВАНО:
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)
ОТ 26.09.2024 № 01-10103/24/4

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ КАДАСТР АНТРОПОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ ИЗ
ИСТОЧНИКОВ И АБСОРБЦИИ ПОГЛОТИТЕЛЯМИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ
В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ
ЗА 2023 ГОД**

ПОДГОТОВЛЕНО:

Министерство экологии и устойчивого развития
Сахалинской области

ФГБУ «Институт глобального климата
и экологии им. акад. Ю.А. Израэля»

Москва 2024



РЕФЕРАТ

Отчет 148 с., 1 кн., 15 рис., 63 табл., 52 источн., 3 прил.

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, ДИОКСИД УГЛЕРОДА, МЕТАН, ОКСИД ДИАЗОТА, ГИДРОФТОРУГЛЕРОДЫ, ПЕРФТОРУГЛЕРОДЫ, ГАКСАФТОРИД СЕРЫ, ВЫБРОСЫ, ИСТОЧНИКИ, ПОГЛОТИТЕЛИ, ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, ДАННЫЕ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, САХАЛИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, КАДАСТР ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

«Доклад о кадастре выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов Сахалинской области за 2023 год» является отчетным документом, подготовленным по результатам оценки выбросов и поглощений парниковых газов на территории Сахалинской области за 2023 года. Работы проведены ФГБУ «ИГКЭ» в соответствии с договором № 42 от 26.06.2024 г. Целью работ является выполнение работ по разработке регионального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов Сахалинской области с использованием подготовленных входных данных для проведения инвентаризации выбросов и поглощения парниковых газов на территории Сахалинской области за 2023 год. Оценка выбросов парниковых газов в Сахалинской области проведена в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» (МПР №15-р, 2015). Кадастр выбросов парниковых газов (далее – Кадастр, Региональный кадастр) в контексте Методических рекомендаций МПР №15-р является формой итогового отчета о результатах инвентаризации выбросов парниковых газов в пределах территории охвата субъекта Российской Федерации. Кадастр выбросов (и поглотителей) парниковых газов субъекта Российской Федерации состоит из доклада о кадастре антропогенных выбросов парниковых газов субъекта Российской Федерации и стандартизованных таблиц совокупных выбросов парниковых газов субъекта Российской Федерации. Для Сахалинской области проведена также оценка абсорбции поглотителями парниковых газов в секторе землепользование, изменение землепользование и лесное хозяйство с использованием «Методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов» (МПР №20-р, 2017). В рамках выполнения работ ФГБУ «ИГКЭ» были произведены расчеты выбросов и поглощения парниковых газов по категориям источников за 2023 год, а также уточнены расчеты выбросов и поглощений парниковых газов за 2019-2022 годы. Выполнен анализ полученных результатов и определены ключевые категории источников, разработана база данных выбросов и поглощений парниковых газов Сахалинской области. Выявлены виды экономической деятельности, на долю которых суммарно приходится более 80% выбросов парниковых



газов. Отчет подготовлен в формате регионального кадастра парниковых газов в соответствии со структурой, предложенной в Методических рекомендациях Минприроды России.

Доклад о кадастре содержит описание методологии, данных и параметров, использованных для инвентаризации (количественной оценки) объема антропогенных выбросов парниковых газов, обсуждение и анализ полученных оценок, их точности и тенденций изменения. В приложении приведены используемые для расчетов данные о деятельности, отчетные таблицы по категориям источников и ключевые категории, обеспечивающие 95% выбросов парниковых газов.



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
ГЛАВА 1. РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	11
Разработка регионального кадастра парниковых газов	11
Основные результаты инвентаризации парниковых газов в Сахалинской области в 2023 году	14
Временной ряд выбросов парниковых газов в Сахалинской области в 2019-2023 годах	18
ГЛАВА 2. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЭНЕРГЕТИКА»	22
2.1 Обзор по сектору	22
2.2 Сжигание топлива.....	24
2.2.1 Стационарное сжигание топлива	25
2.2.2 Мобильное сжигание топлива	31
2.2.3 Морские и авиационные перевозки на топливе, заправленном вне территории Сахалинской области.....	34
2.2.4 Усовершенствования и пересчеты	35
2.2.5 Неопределенности оценок выбросов.....	35
2.3 Летучие (фугитивные) выбросы.....	36
2.3.1 Обзор сектора.....	36
2.3.2 Утечки в угледобывающей отрасли.....	39
2.3.3 Утечки в нефтяном секторе	42
2.3.4 Утечки в газовом секторе.....	46
2.3.5 Выбросы от продувок и сжигания в факелах.....	50
2.3.6 Неопределенности оценок выбросов.....	54
2.3.7 Усовершенствования и пересчеты	56
ГЛАВА 3. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ»	57
3.1 Обзор по сектору	57
3.2 Методологические вопросы.....	59
3.3 Усовершенствования и пересчеты	63
3.4 Неопределенности оценок выбросов	64
ГЛАВА 4. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО».....	67
4.1 Обзор сектора.....	67
4.2 Выбросы при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных	68
4.3 Выбросы от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета	68
4.4 Прямые и косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	69
4.5 Выбросы от известкования	70
4.6 Усовершенствования и пересчеты	70
4.7 Неопределенности оценок выбросов	71
ГЛАВА 5. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО» (ЗИЗЛХ).....	73
5.1 Обзор сектора.....	73
5.2 Лесные земли	75
5.2.1 Исходные данные и методика расчетов	75
5.2.2. Баланс парниковых газов в управляемых лесах Сахалинской области в 2023 году и динамика за 2019-2023 гг.....	90
5.3 Возделываемые земли	91
5.3.1 Постоянно возделываемые земли	91
5.3.2 Земли, переведенные в возделываемые земли.....	93
5.4 Сенокосы и пастбища.....	93
5.4.1 Постоянные сенокосы и пастбища.....	93
5.4.2 Земли, переведённые в сенокосы и пастбища	95



5.5 Водно-болотные угодья	95
5.6 Земли поселений.....	96
5.6.1 Земли поселений, остающиеся поселениями.....	96
5.6.2 Земли, переустроенные в поселения.....	96
5.6.3 Водно-болотные угодья, переустроенные в поселения	99
5.7 Усовершенствования и пересчеты	99
5.8 Неопределенности оценок выбросов.....	99
ГЛАВА 6. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ОТХОДЫ».....	101
6.1 Оценка выбросов CH ₄ от объектов захоронения твердых отходов	101
6.2 Оценка выбросов CO ₂ при сжигании отходов в специальных установках	109
6.3 Оценка выбросов CH ₄ от объектов очистки коммунально-бытовых сточных вод	114
6.4 Оценка выбросов CH ₄ от объектов очистки промышленных сточных вод	118
6.5 Оценка выбросов закиси азота из сточных вод	121
6.6 Результаты расчета выбросов парниковых газов	123
6.7 Усовершенствования и пересчеты	125
6.8 Неопределенности оценок выбросов.....	126
ГЛАВА 7. ОЦЕНКА КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ И ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ФОРМИРУЮЩИХ 80% СУММАРНЫХ ВЫБРОСОВ В РЕГИОНЕ.....	128
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	130
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	135
Приложение 1. Сахалинская область. Общие региональные выбросы.....	135
Приложение 2. Отчетные таблицы по секторам.....	146
Приложение 3. Ключевые категории по вкладу в совокупный выброс парниковых газов в Сахалинской области в 2023 году.....	147



ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие сокращения и обозначения:

Гг – гигаграмм (тыс. т);

ГИБДД – Государственная инспекция безопасности дорожного движения МВД РФ;

ГЛР – Государственный лесной реестр;

ГФУ – гидрофторуглероды;

ЕМИСС - Единая межведомственная информационно – статистическая система;

ЖБО – жидкие бытовые отходы;

ЗИЗЛХ – землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство;

ИП – индивидуальный предприниматель;

Кадастр – кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом;

Национальный кадастр – Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом;

КБС – коммунально-бытовые стоки;

КОС – канализационные очистные сооружения;

КРС – крупный рогатый скот;

МГЭИК – Межправительственная группа экспертов по изменению климата;

МинЖКХ – Министерство жилищно-коммунального хозяйства;

МПР России, Минприроды России - Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации;

ОАО – открытое акционерное общество;

ООПТ – особо охраняемая природная территория;

ПГ – парниковый газ;

ПНГ – попутный нефтяной газ;

ПО – промышленные отходы;

ПС – сточные воды от промышленности;

ПФУ – перфторуглероды;

РКИК ООН – Рамочная Конвенция Организации объединенных наций об изменении климата;

Росгидромет – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

Росприроднадзор - Федеральная служба по надзору в сфере природопользования;



Росстат – Федеральная служба государственной статистики РФ;

РРО – региональная регулируемая организация;

РФ – Российская Федерация;

Сахалинстат – территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Сахалинской области;

СО – Сахалинская область;

СПГ - сжиженный природный газ;

СТО – свалки и полигоны твердых отходов;

ТКО – твердые коммунальные отходы;

ТПО – твердые промышленные отходы;

ТЭР – топливно-энергетические ресурсы;

Форма 2-тп (отходы) – форма государственной статистической отчетности 2-тп (отходы) «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления»;

Форма 4-ТЭР – форма статистической отчетности «Сведения об использовании топливно-энергетических ресурсов»;

ЦДУ ТЭК – Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса Министерства энергетики РФ;

ЮЛ – юридическое лицо;

СН₄ – метан;

СО₂ – диоксид углерода;

СО₂ – экв – эквивалент СО₂;

N₂O – оксид диазота (закись азота)

SF₆ – гексафторид серы.



ВВЕДЕНИЕ

Разработка регионального кадастра выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (далее – региональный кадастр парниковых газов) предусмотрена в рамках Концепции формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации (Концепция утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.04.2015 г. №716-р, в настоящее время действует в редакции распоряжения Правительства РФ от 30.04.2018 г. №842-р). Концепция предполагает формирование в России трехуровневой системы мониторинга выбросов парниковых газов:

на национальном уровне – ежегодно осуществляется разработка и представление в секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) Национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. Подготовка Национального кадастра проводится на основе принципов, заложенных в методических документах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). В Национальном кадастре представлены данные по выбросам и абсорбции ПГ в виде совокупных национальных выбросов Российской Федерации с детализацией по видам деятельности и по индивидуальным газам. Пространственная детализация по территории России для большинства видов деятельности отсутствует;

на уровне субъектов Российской Федерации предусмотрено проведение добровольной инвентаризации выбросов и абсорбции парниковых газов. Для подготовки региональных кадастров субъектов Российской Федерации Минприроды России утвердило «Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» (МПР №15-р, 2015) и «Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов» (МПР №20-р, 2017). По аналогии с национальным кадастром в региональных кадастрах должны быть представлены данные по выбросам и абсорбции ПГ в виде совокупных региональных выбросов с детализацией по видам деятельности и по индивидуальным газам. Детализация выбросов по отдельным предприятиям не проводится;

на уровне организаций, в соответствии с Федеральным законом от 02.07.2021 г. № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» предусмотрено представление ежегодных отчетов о выбросах парниковых газов наиболее крупными промышленными и энергетическими организациями и компаниями с объемом прямых выбросов парниковых газов более 150 тыс. тонн CO₂-эквивалента в год. Методической базой для подготовки



инвентаризации выбросов на уровне предприятий в настоящее время являются «Методики количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» (МПР №371, 2022). В связи с тем, что указанные методические руководства не представляют полного охвата видов деятельности предприятий, могут использоваться другие утвержденные методологии, согласованные с подходами, используемыми в национальном и региональных кадастрах для соответствующих видов деятельности.

Региональный кадастр парниковых газов в контексте Методических рекомендаций (МПР №15-р, 2015) является формой итогового отчета о результатах ежегодной инвентаризации выбросов парниковых газов в пределах территории охвата субъекта Российской Федерации. Региональный кадастр парниковых газов включает отчет о выбросах в форме доклада (далее – доклад о кадастре) и стандартизованную таблицу совокупных выбросов парниковых газов в отношении территории Сахалинской области (далее – стандартизованная таблица). Доклад о кадастре содержит описание методологии, данных и параметров, использованных для инвентаризации (количественной оценки) объема антропогенных выбросов парниковых газов, обсуждение и анализ полученных оценок, их точности и тенденций изменения. Стандартизованная таблица охватывает парниковые газы и категории источников, подлежащие инвентаризации.

Как правило, инвентаризация выбросов парниковых газов выполняется ежегодно. Результаты мониторинга могут быть использованы для разработки прогнозов выбросов и поглощения парниковых газов в отраслях экономики на территории региона и для планирования мероприятий по сокращению выбросов. Ряд российских компаний разрабатывает и внедряет собственные корпоративные системы мониторинга, ведет корпоративные кадастры антропогенных выбросов парниковых газов, представляет результаты мониторинга в рамках различных международных инициатив по климатической и экологической ответственности бизнеса.

Каждый из уровней оценки выбросов ПГ является независимым друг от друга и выполняется с использованием различных, хотя и согласованных между собой, методических подходов. Следует понимать, что даже при проведении полной инвентаризации выбросов по регионам России, их сумма не обязательно должна совпадать с данными национального кадастра, так же, как и сумма выбросов от основных предприятий эмитентов в регионе, не должна обеспечивать сто процентов выбросов, представленных в региональном кадастре. Тем не менее, анализ данных о выбросах на уровне предприятий может быть использован для разработки региональных



коэффициентов выбросов по отдельным видам деятельности и уточнения исходных данных.

Подготовка регионального кадастра парниковых газов Сахалинской области осуществляется министерством экологии и устойчивого развития Сахалинской области (далее – уполномоченный орган) в рамках эксперимента, проводимого на территории Сахалинской области в соответствии с Федеральным законом от 06.03.2022 г № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации».

Региональный кадастр выбросов и абсорбции парниковых газов разработан на основе данных региональной статистики, представленной Правительством Сахалинской области, информации территориальной Федеральной службы государственной статистики по Сахалинской области (Сахалинстат), Управления ГИБДД УМВД России по Сахалинской области, других региональных органов исполнительной власти, предприятий, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, а также информации, находящейся в свободном доступе. При разработке Кадастра Сахалинской области за 2023 год использованы входные данные, подготовленные ООО МИП «НЦВВЭИ ИГКЭ» и представленные в отчете о «Разработка алгоритмов расчетов, сбора и анализа входных данных для проведения инвентаризации выбросов и поглощения парниковых газов на территории Сахалинской области за 2023 год» от 14.08.2024 г.

В региональном кадастре парниковых газов реализуется подход «сверху-вниз», что обеспечивает наиболее полный охват источников и стоков парниковых газов, включая обращение с отходами, землепользование, изменение землепользования и лесного хозяйства, личный и общественный транспорт и другие виды деятельности, которые не учитываются при оценке выбросов от основных предприятий эмитентов.



ГЛАВА 1. РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработка регионального кадастра парниковых газов

Региональный кадастр выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Сахалинской области составлен в соответствии с Методическими рекомендациями по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации, утверждёнными распоряжением Минприроды России от 16.04.2015 г. №15-р (МПР №15-р, 2015). Данные руководства основаны на подходах и принципах, заложенных в международной методологии, используемой для подготовки кадастров парниковых газов (МГЭИК, 2006), гармонизированы с Национальным кадастром антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов Российской Федерации, адаптированы к национальным условиям России и учитывают специфику хозяйственно-экономической деятельности ее субъектов.

Инвентаризация парниковых газов - поэтапный процесс, включающий выбор метода оценки, сбор данных о деятельности, коэффициентов выбросов и других параметров, оценку выбросов, контроль и обеспечение качества выполненных работ, проверку достоверности (верификацию) расчетов, оценку их неопределенности и, наконец, подготовку отчета в форме доклада о кадастре парниковых газов и комплекта стандартизованных таблиц отчетности.

Инвентаризации подлежат только антропогенные выбросы и поглощения парниковых газов, т.е. выбросы и поглощения парниковых газов, являющиеся результатом деятельности человека.

К парниковым газам, подлежащим учету в рамках региональных инвентаризаций относятся: диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), оксид диазота (N_2O), гидрофторуглероды (ГФУ): например, ГФУ-23 (CHF_3), ГФУ-134а (CH_2FCF_3), ГФУ-152а (CH_3CHF_2), перфторуглероды (ПФУ): (CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_{10} , $\text{c-C}_4\text{F}_8$, C_5F_{12} , C_6F_{14}), гексафторид серы (SF_6), трифторид азота (NF_3). Для расчета суммарных выбросов по категориям и общего (совокупного) регионального выброса, все выбросы индивидуальных газов пересчитываются в эквивалент CO_2 (CO_2 -экр.); для пересчета используются 100-летние потенциалы глобального потепления (ПГП) из 4-го Оценочного доклада МГЭИК (табл. 1.1), приведенные в Приложении III к решению 24/СР.19 Конференции Сторон (РКИК ООН, 2014).



Следует обратить внимание на то, что начиная с 2024 года при подготовке Национального кадастра парниковых газов за 2022 год в соответствии с Решением 6/СР.27 при оценке суммарных выбросов ПГ должны основываться на воздействиях парниковых газов за 100-летний период и соответствовать значениям, перечисленным в таблице 8.А.1 вклада Рабочей группы I в пятый Доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата, и что эти значения должны быть применены не позднее 31 декабря 2024 года. Однако, в данной работе для оценки выбросов в Сахалинской области были использованы старые значения ПГП для сравнимости временного ряда и сопоставимости с установленными значениями квот выбросов ПГ для проведения сахалинского эксперимента по регулированию выбросов ПГ. Для сравнения в таблице 1.1 приведены новые значения ПГП, которые будут применяться в Национальном кадастре, начиная с 2024 года.

Таблица 1.1 - Потенциалы глобального потепления основных парниковых газов

Химическая формула газа	Название газа	Потенциал глобального потепления	
		Региональный кадастр	Национальный кадастр, начиная с 2024 года
CO ₂	диоксид углерода	1	1
CH ₄	метан	25	28
N ₂ O	оксид азота	298	265

В соответствии с методическими рекомендациями (МПР №15-р, 2015) методологический подход к инвентаризации (количественной оценке) антропогенных выбросов парниковых газов в общем виде заключается в сборе информации о хозяйственно-экономической деятельности и (или) продукции (данные о деятельности), производство которых сопровождается выбросами парниковых газов, и параметрических показателей, которые определяют удельную величину выбросов парниковых газов на единицу выполненной деятельности и (или) произведенной продукции. Параметрические показатели называются коэффициентами выбросов. Таким образом, в обобщенном виде величина антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу представляет произведение данных о деятельности и соответствующих коэффициентов выбросов:

$$E = AD \times EF \quad (1.1)$$

где E - величина эмиссии парникового газа (CO₂, CH₄, N₂O, ГФУ, ПФУ, SF₆ или NF₃), Гг,



AD – количественная информация о хозяйственно-экономической деятельности или произведенной продукции, ед.,

EF - коэффициент выбросов парникового газа на единицу выполненной деятельности или произведенной продукции, Гг/ед.

Оценка выбросов парниковых газов проводится для секторов энергетика, промышленное производство и использование продукции, сельское хозяйство и обращение с отходами. Для сектора землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство проводится оценка выбросов и абсорбции парниковых газов.

При составлении регионального кадастра необходимо учитывать, что кадастр парниковых газов субъекта Российской Федерации должен включать выбросы парниковых газов, происходящие в пределах территории соответствующего региона.

В то же время, необходимо учитывать следующее:

- Выбросы, связанные с использованием топлива на морских и воздушных судах, осуществляющих международные грузовые и пассажирские перевозки, не должны включаться в общий (совокупный) региональный выброс. Для обеспечения полноты отчетности данные об этих выбросах должны быть приведены отдельно в информационно-справочных целях.

- Выбросы CO₂ от автомобильного транспорта подлежат учету в регионе, в котором топливо было продано конечному потребителю. Такой же территориальный подход может использоваться в отношении других газов, в зависимости от методологического уровня, используемого для оценки выбросов.

- Категория рыболовства включает выбросы, связанные с использованием топлива при ведении рыболовного промысла во внутренних водоемах, в прибрежных районах и в открытом море. Все выбросы, связанные с рыболовством, учитываются в регионе, в котором топливо было продано конечным потребителям (физическим или юридическим лицам, осуществляющим рыбный промысел).

- Выбросы от потребления топлива в военных целях и при осуществлении деятельности силовых ведомств учитываются только, если заправка автомобильной или другой техники непосредственно осуществляется коммерческими организациями (на бензоколонках и т.д.). Отдельная оценка таких выбросов не производится, они оцениваются вместе с другими выбросами в соответствующих категориях источников. Выбросы от использования топлива, поставляемого для осуществления деятельности силовых ведомств централизованно, не учитываются.



- Фугитивные (летучие) выбросы, связанные с трубопроводным транспортом, например, при транспортировке нефти, или газа должны быть отнесены к региону, по территории которого проходит трубопровод или его участок. Таким образом, выбросы из одного трубопровода могут распределяться между различными регионами, в соответствии с прохождением его трассы.

- Методология для учета выбросов углерода, входящего в состав не относящейся к топливу продукции, производимой из горючих полезных ископаемых или других не биогенных источников углерода, учитывает выбросы, образующиеся при производстве, использовании и разрушении такой продукции. Оценка выбросов производится в той категории, в которой такие выбросы фактически происходят (например, при сжигании отходов).

- Выбросы CO₂ от сжигания биомассы для получения энергии в рамках региональной инвентаризации не оцениваются (т.е. не включаются в суммарные выбросы в регионе, но могут приводиться в качестве справочной информации).

Более подробно методика оценки, исходные данные, параметры расчета и используемые предположения приведены в главах 2-6 для соответствующих секторов.

Основные результаты инвентаризации парниковых газов в Сахалинской области в 2023 году

Общий объем региональных выбросов и абсорбции парниковых газов определен в соответствии со следующей структурой секторов и категорий деятельности:

Энергетический сектор

1.А. Сжигание топлива в категориях

1А1 Энергетические отрасли,

1А2 Промышленность и строительство,

1А3 Транспорт,

1А4 Другие категории (коммерческий сектор и институциональные здания; население; сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство и рыбоводство),

1А5 Прочие не учтенные ранее категории источников.

1.В. Фугитивные (летучие) выбросы

1В1 Добыча и последующее обращение с твердым топливом,

1В2 Добыча и последующее обращение с нефтью и газом.

Промышленные процессы и использование продукции

2.А Производство продукции из минерального сырья,



- 2.B. Химическая промышленность,
- 2.C. Metallургическая промышленность,
- 2.D. Неэнергетическое использование топлив и использование растворителей,
- 2.E. Электронная промышленность,
- 2.F. Использование продукции как заменителей озоноразрушающих веществ,
- 2.G. Производство и использование другой продукции,
- 2.H. Прочее.

Сельское хозяйство

- 3.A. Внутренняя ферментация,
- 3.B. Сбор, хранение и использование навоза,
- 3.C. Выращивание риса,
- 3.D. Сельскохозяйственные почвы,
- 3.E. Сжигание растительных остатков на полях,
- 3.F. Известкование,
- 3.G. Прочее.

Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство

- 4.A. Лесные земли,
- 4.B. Обрабатываемые земли,
- 4.C. Сенокосы и пастбища,
- 4.D. Водно-болотные угодья,
- 4.E. Поселения,
- 4.F. Прочие земли,
- 4.G. Заготовленные лесоматериалы,
- 4.H. Прочее.

Обращение с отходами

- 5.A. Захоронение твердых отходов,
- 5.B. Биологическая обработка твердых отходов,
- 5.C. Инсинерация и открытое сжигание отходов,
- 5.D. Очистка и сброс сточных вод,
- 5.E. Прочее.

Суммарный выброс парниковых газов на территории Сахалинской области без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) в 2023 году составил 12 млн 021 тыс. т CO₂-экс.



Основные выбросы парниковых газов в Сахалинской области обусловлены деятельностью предприятий энергетического сектора. По классификации МГЭИК к сектору «Энергетика» относятся выбросы при сжигании ископаемого топлива для производства энергии на стационарных и мобильных источниках, а также выбросы от утечек и испарений при добыче и обращении с углем, нефтью и газом. Далее оценка вклада отдельных категорий источников проводится при исключении из рассмотрения топлива, купленного вне Сахалинской области.

Суммарно выбросы от сектора «Энергетика» в 2021 году составили **11 млн. 390 тыс. т CO₂-экв.** или **94,75%** от всех выбросов в Сахалинской области. Из них 9 млн. 854 тыс. т CO₂-экв. (86,5% выбросов от сектора) приходится на выбросы от сжигания ископаемого топлива на стационарных и мобильных источниках. При этом в выбросах парниковых газов, образующихся в процессе сжигания топлива, 99% процентов обусловлено углекислым газом. Основной выброс при сжигании топлива обусловлен централизованным производством тепла и электроэнергии 5 млн. 686 тыс. т CO₂-экв. (или 58% выбросов от всего сжигания топлива).

В категории сжигания ископаемого топлива отдельно выделяются выбросы от транспорта (категория 1А3). Суммарные выбросы от этой категории в 2023 году составили 3 млн. 721 тыс. т CO₂-экв. (или 38% выбросов от всего сжигания топлива). По классификации МГЭИК и в соответствии с классификацией выбросов, принятой для региональных кадастров (МПП №15-р, 2015) к категории «Транспорт» наряду с авиационным, автодорожным, водным и железнодорожным транспортом, относятся так же выбросы от трубопроводного транспорта, в которые входят выбросы, связанные со сжиганием при работе насосных, газоперекачивающих станций и техническом обслуживании трубопроводов. В Сахалинской области в связи с большой протяженностью трубопроводов и большим объемом транспортировки природного и попутного газа, выбросы от трубопроводного транспорта составляют 1 млн. 080 тыс. т CO₂-экв. (или 11% выбросов от всего сжигания топлива). Выбросы от дорожного транспорта, включая транспорт предприятий, грузовые и автобусные перевозки и частный автотранспорт, обеспечивают 1 млн. 370 тыс. т CO₂-экв. (или 14% выбросов от всего сжигания топлива).

Из суммарного объема потребления топлива гражданской авиацией и водным транспортом был вычтен объем топлива, заправка которым была осуществлена вне территории Сахалинской области. По данным, предоставленным предприятиями морского и авиационного транспорта, 151,5 тыс. т.у.т. заправлено не на территории Сахалинской области в 2023 г., выбросы составили 329 тыс. т CO₂-экв.



Заметный вклад в выбросы от энергетического сектора вносят фугитивные выбросы от добычи, подготовки и транспортировки первичных топливно-энергетических ресурсов, такие как утечки и технологические выбросы природного газа, и выбросы метана, связанные с добычей угля, а также выбросы от сжигания в факелах некондиционных газовых смесей в процессе добычи и переработки нефти/газа. В целом для России вклад фугитивных выбросов составляет около 13,5% суммарных выбросов от «Энергетического сектора» (НДК, 2023), в субъектах РФ, производящих или транспортируемых значительные объемы ископаемого топлива, фугитивные выбросы в региональных масштабах могут вносить гораздо больший вклад.

В Сахалинской области вклад фугитивных (летучих) выбросов при добыче и последующих операциях с углем, нефтью и газом составил в 2023 году **1 млн. 536 тыс. т CO₂-экв.** или 13% от выбросов в секторе «Энергетика». В фугитивные выбросы на 70% обусловлены выбросам метана, которые составляют 42,5 тыс. т или 1 млн. 070 тыс. т CO₂-экв, при использовании потенциала глобального потепления метана, равного 25. В суммарные выбросы от подсектора фугитивные (или летучие) выбросы основной вклад вносят эмиссии от добычи и последующего обращения с нефтью и газом, определяющие 1 млн. 213 тыс. т CO₂-экв (или 79% всех фугитивных выбросов), эмиссии от добычи и последующего обращения с углем составляют 323 тыс. т CO₂-экв (или 21% всех фугитивных выбросов).

Сектор «Промышленные процессы» обуславливает всего 0,8% суммарных выбросов в регионе, сектор «Сельское хозяйство» - 1,6%, сектор «Отходы» - 2,9% региональных выбросов.

В секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) **суммарное нетто-поглощение** составляет **11 млн. 289 тыс. т CO₂-экв**, при этом чистое поглощение углекислого газа в категории «Лесные земли» равно 11 млн. 977 тыс. т CO₂, а в категориях «Обрабатываемые земли», «Сенокосы и пастбища», «Водно-болотные угодья», и «Поселения» происходит выброс парниковых газов, равный в сумме 688,3 тыс. т CO₂-экв.

С учетом поглощения углекислого газа лесными землями, **суммарная нетто-эмиссия** парниковых газов в Сахалинской области составила в 2023 год **732 тыс. т CO₂-экв**, при исключении выбросов от использования на перевозки топлива, купленного вне территории Сахалинской области.

При этом нетто выброс углекислого газа в регионе отрицательный и составляет – 1 млн 099 тыс. т CO₂, т.е. суммарное поглощение углекислого газа лесами примерно на 1 млн.



т больше, чем суммарный выброс CO₂ в регионе. Нетто выбросы метана в регионе составляют 61,6 тыс. т или 1 млн. 540 тыс. т CO₂-экв.

Временной ряд выбросов парниковых газов в Сахалинской области в 2019-2023 годах

Оценка выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Сахалинской области впервые была представлена в «Докладе о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Сахалинской области за 2019 год», подготовленном в 2021 году, и далее разрабатывался ежегодно. При подготовке Регионального кадастра за последующие годы проводилось уточнение как региональных исходных данных, так и расчетных параметров, наиболее точно отражающих региональную специфику, были исправлены обнаруженные расчетные ошибки. Это привело к перерасчетам выбросов и поглощений парниковых газов за 2019 - 2022 годы.

При подготовке Регионального кадастра за 2023 год были проведены следующие работы по корректировке расчетов, представленных в Региональном кадастре за 2022 год:

1. уточнены данные о производстве природного газа, принятого в расчете за 2022 год для оценки утечек при добыче, вместо показателя «произведено всего природного и попутного газа», взят показатель «произведено всего природного газа», так как утечки от добычи попутного газа уже учтены в категории утечек от добычи нефти.

2. проведена актуализация исходных данных о деятельности для сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» в связи с обновлением рядов данных в национальном кадастре (для зависимых от этих данных категорий) и данных, предоставляемых Росстатом (раздел 3.3)

3. выполнены пересчеты и скорректированы коэффициенты выбросов метана от внутренней ферментации сельскохозяйственных животных и систем сбора и хранения навоза за период с 2019 по 2022 год. Также были выполнены пересчитаны значения выбросов парниковых газов за период с 2019 по 2021 годы в категориях выбросов закиси азота (N₂O) от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета и в результате поступления навоза в сельскохозяйственные почвы из-за недоучета части видов сельскохозяйственных животных в кадастрах предыдущих лет (раздел 4.6)

4. внесены изменения при оценке выбросов ПГ от захоронения ТКО, очистки и сброса сточных вод, связанные с уточнением исходных данных, плотности и состава отходов. Подробная информация и результаты проведенных пересчетов приведены в разделе 6.7.



Подробные пояснения о проведенных перерасчета по секторам и категориям Кадастра приведены в каждом соответствующем разделе данного доклада. Полученные в результате проведенных перерасчетов общие региональные выбросы парниковых газов в Сахалинской области за 2019-2023 годы приведены в таблицах П1.1 и П1.5 Приложения 1. Динамика изменения выбросов за три года по категориям источников приведена в таблице 1.2.

Суммарные нетто-выбросы парниковых газов в Сахалинской области в 2023 году уменьшились по сравнению с 2022 годом 330 тыс. т $\text{CO}_2\text{-экв}$, а по сравнению с 2021 годом, принятым в качестве базового для регулирования выбросов парниковых газов на 634 тыс.т $\text{CO}_2\text{-экв}$. Выбросы и поглощения в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесного хозяйства» (ЗИЗЛХ) обладают наибольшей межгодовой изменчивостью. В 2022 году по сравнению с предыдущим годом нетто поглощение в ЗИЗЛХ уменьшилось на 751 тыс. т $\text{CO}_2\text{-экв}$, а в 2023 году – увеличилось на 284 тыс. т. При этом суммарные выбросы без учета сектора ЗИЗЛХ имеют постоянную тенденцию к снижению. Наиболее существенное снижение суммарных выбросов произошло в 2022 году, когда выбросы сократились практически на 1 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв}$, по сравнению с предыдущим годом, а в 2023 году снижение суммарных выбросов хоть и продолжилось, но было минимальным и составило всего 45 тыс. т $\text{CO}_2\text{-экв}$.

Выбросы от сектора «Энергетика» в целом в 2023 году по сравнению с 2022 годом изменились незначительно, однако по отдельным подкатегориям сектора произошли существенные изменения. В подсекторе «Сжигание топлива» существенное сокращение выбросов произошло в 2022 году, а в 2023 году в целом осталось на том же уровне.

По сравнению с 2022 годом произошло сокращение потребления попутного нефтяного газа, других нефтепродуктов и флотского мазута, рост потребления природного газа, сжиженного газа, дизельного топлива, бензина и бурого угля. Снижение потребления топлива в энергетических целях отмечается при добыче, строительстве, на промышленных предприятиях, в сельском хозяйстве, рыболовстве и рыбоводстве, в категории другое использование. Рост потребления топлива наблюдается при производстве энергии, в потреблении населением, в транспортном секторе. Основные изменения в категории «Транспорт», приведшие к росту выбросов ПГ на 202 тыс. т $\text{CO}_2\text{-экв}$ (11%), связаны с ростом потребления судового топлива и флотского мазута в качестве моторного топлива, ростом потребления дизельного топлива и бензина.

В подсекторе «Летучие (фугитивные)» выбросы в категории выбросы от добычи и последующего обращения с твердыми топливами изменения по сравнению с 2022 годом незначительные. В категории утечки от нефтегазового сектора выбросы остались практически



на уровне прошлого года, при этом выбросы от добычи нефти выросли за счет роста объема добычи, а от операций и обращения с природным газом снизились.

Основные межгодовые изменения региональных выбросов связаны с изменениями потоков поглощения и эмиссий парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ. Суммарное поглощение в секторе ЗИЗЛХ увеличилось в 2023 году по сравнению с 2022 годом на 284 тыс.т CO₂-экв. Основное сокращение связано с категорией 4А Лесные земли. В категории 4Е Земли поселений включаются выбросы от изменения площади земель, связанных с обезлесением, которые зависят в том числе от введенных в тот или иной год новых линейных сооружений в регионе. В 2023 году в этой категории выбросы сократились на 106 тыс.т CO₂-экв.

Таблица 1.2 - Динамика изменения выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов за период 2019-2023 гг.

Категории источников выбросов ПГ	2019	2020	2021	2022	2023	Изменение в 2023 г. относительно 2022 г.	
						тыс. т. CO ₂ экв.	%
	Всего, тыс. т CO ₂ экв.						
Общий объем региональных выбросов и абсорбция	2 341	2 159	1 367	1 062	732,19	-330	-31%
1. Энергетика	12 499	12 564	12 380	11 363	11390,16	27	0%
А. Сжигание топлива	10 315	10 659	10 499	9 832	9853,80	22	0%
1. Энергетические отрасли	5 707	6077	5 749	5 735	5685,97	-49	-1%
2. Промышленность и строительство	75	51	43	62	43,63	-19	-30%
3. Транспорт	3 710	4 020	4 281	3 519	3721,48	202	6%
4. Другие сектора	597	434	365,05	452,855	330,46	-122	-27%
5. Прочие	225	78	61,22	62,8554	72,27	9	15%
В. Летучие (фугитивные) выбросы от топлива	2 184	1 904	1 881	1 531	1536,36	5	0%
1. Твердое топливо	347	308	307	300	323,43	23	8%
2. Нефть и природный газ и другие выбросы в результате производства энергии	1837	1597	1574	1231	1212,93	-18	-1%
2. Промышленные процессы и использование продукции	76	81	85	89	90,60	2	2%
Д. Неэнергетическое использование топлив и использование растворителей	9	10	8	7	6,76	0	-1%
Е. Использование продукции как заменителей озоноразрушающих веществ	65	70	75	81	80,34	0	-1%
Г. Производство и использование другой	1,5	1,4	1,4	1,4	3,50	2	144%



Категории источников выбросов ПГ	2019	2020	2021	2022	2023	Изменение в 2023 г. относительно 2022 г.	
продукции							
3. Сельское хозяйство	274	307	291	250	186,50	-63	-25%
А. Внутренняя ферментация	77	82	84	69	70,21	1	2%
В. Сбор, хранение и использование навоза	17	17	17	15	14,86	0	1%
Д. Сельскохозяйственные почвы	180	207	190	166	101,07	-65	-39%
Ф. Известкование	0,89	0,70	0,70	0,37	0,37	0	
4. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство	-10 904	-11 177	-11 756	-11 005	-11289,02	-284	3%
А. Лесные земли	-11 987	-12 004	-12 221	-11 518	-11977,34	-459	4%
В. Обрабатываемые земли	546	468	227,13	227	525,08	298	131%
С. Сенокосы и пастбища	43	120	195,37	129	112,29	-17	-13%
Д. Водно-болотные угодья	9	9	9,28	10	9,89	0	-1%
Е. Поселения	485	230	32,88	147	41,07	-106	-72%
5. Отходы	396	384	366	365	353,94	-11	-3%
А. Захоронение твердых отходов	262	250	240	236	229,48	-7	-3%
С. Инсинерация и открытое сжигание отходов	17	11	13	9	6,04	-3	-31%
Д. Очистка и сброс сточных вод	117	123	114	120	118,42	-1	-1%
Топливо вне Сахалина	415,08	335,39	307,38	305,26	328,94	24	8%



ГЛАВА 2. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЭНЕРГЕТИКА»

2.1 Обзор по сектору

В секторе «Энергетика» согласно методическим рекомендациям (МПР №15-р, 2015) и международной методике (МГЭИК, 2006) представляются данные об эмиссии парниковых газов от сжигания топливно-энергетических ресурсов в энергетических целях, т.е. для получения энергии – тепловой, электрической или механической, вне зависимости от того, в каких отраслях и на каких предприятиях это сжигание происходит. К сектору также относятся выбросы парниковых газов при утечках и испарении топлив (фугитивные или летучие выбросы), которые включают эмиссии от добычи, хранения, первичной переработки, транспортировки и потребления нефти, угля и газа, а также от сжигания топлив в тех случаях, когда энергия, выделяющаяся при сжигании, не используется (например, сжигание углеводородной смеси на факельных установках).

В расчетах использована модель обработки данных и автоматизированных расчетов по секторам «Энергетика» в формате Excel, предоставленная Заказчиком.

В 2023 году выбросы парниковых газов от сектора «Энергетика» Сахалинской области составили 11,4 млн. т (11 390,16 Гг) CO₂-экв. Выбросы от сжигания топлива составили 9,85 млн. т (9 853,8 Гг) CO₂-экв., а летучие (фугитивные) выбросы составили 1,54 млн. т (1 536,36 Гг) CO₂-экв. Распределение выбросов по основным категориям сектора «Энергетика» представлено на рисунке 2.1.

Выбросы от сжигания топлива распределяются по категориям 1A1 Энергетические отрасли, 1A2 Промышленность и строительство, 1A3 Транспорт, 1A4 Другие категории (коммерческий сектор и институциональные здания; население; сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство и рыбоводство), 1A5 Прочие не учтенные ранее категории источников. Наибольшие выбросы при сжигании топлива обусловлены деятельностью предприятий энергетической отрасли при производстве тепло и электроэнергии электростанциями, производстве теплоэнергии котельными, производстве энергии в других энергетических отраслях, например, при добыче полезных ископаемых, производстве нефтепродуктов. Всего выбросы ПГ при сжигании топлива в энергетических отраслях Сахалинской области в 2023 году составили 5 млн. 686 тыс. т CO₂-экв., из которых 23% (1 млн. 294 тыс. т CO₂-экв.) обусловлено сжиганием природного газа при производстве электроэнергии, а 17% (946 тыс. т CO₂-экв.) образуется при сжигании бурого угля.

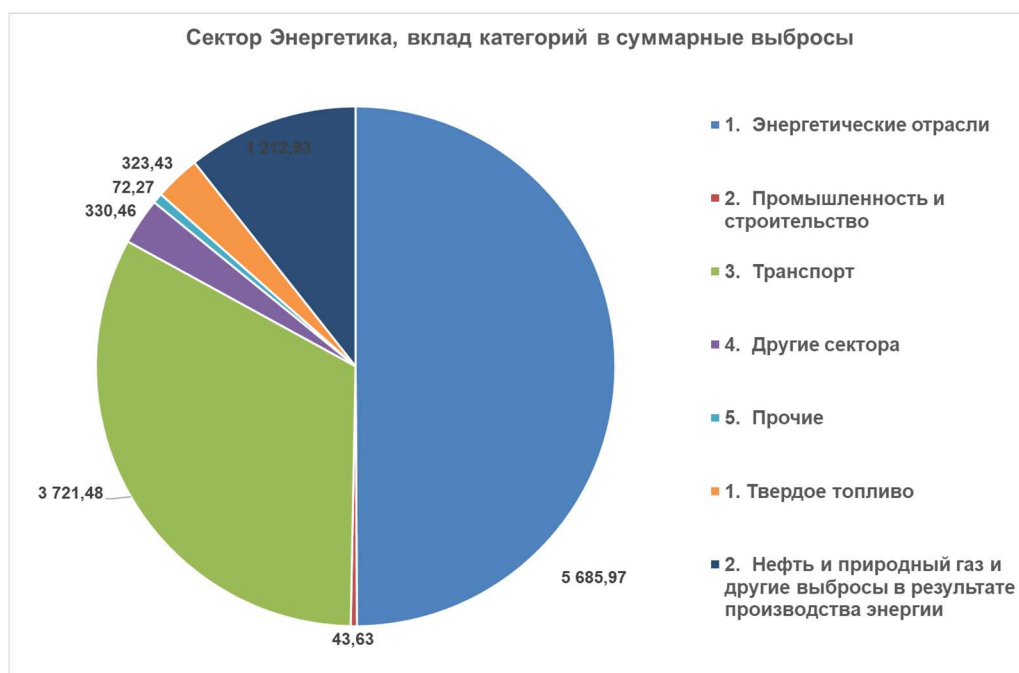


Рисунок 2.1 – Вклад отдельных категорий источников в общие выбросы от энергетического сектора Сахалинской области

В категорию «Транспорт» в соответствии со структурой кадастра включены выбросы от авиационного, дорожного, железнодорожного, водного, внедорожного и трубопроводного транспорта. В категорию трубопроводного транспорт входят выбросы, связанные со сжиганием при работе насосных, газоперекачивающих станций и техническом обслуживании трубопроводов. В Сахалинской области в связи с большим объемом транспортировки углеводородов по трубопроводному транспорту и значительной протяженностью, выбросы от данной категории источников определяют 11% суммарных выбросов от сектора «Энергетика» и составляют 1 млн. 079 тыс. т CO₂-экв. Выбросы от дорожного транспорта, включая транспорт предприятий, грузовые и автобусные перевозки и частный автотранспорт составляют 1 млн. 370 тыс. т CO₂-экв., из которых основной вклад (50%) вносят дизельный автотранспорт.

В сумме летучих (фугитивных) выбросов вклад добычи и последующих операций с углем составил 21% (323 тыс. т CO₂-экв.). В угольной отрасли основные фугитивные выбросы образуются при добыче угля открытым способом. Выбросы от добычи и последующих операций с нефтью и газом составили 1 млн. 213 тыс. т CO₂-экв. (или 79% фугитивных выбросов). В нефтегазовом секторе основные фугитивные выбросы обусловлены операциями по газоотведению, продувкам и сжиганию углеводородов на факелах (55% выбросов от отрасли), 43% вносят выбросы от операций с газом (в основном утечки от газораспределения и транспорта газа по магистральным трубопроводам),



выбросы от операций с нефтью составляют всего 2% в категории фугитивных выбросов от нефтегазового сектора.

В составе выбросов энергетического сектора доминирует диоксид углерода (CO₂), в 2023 г. на его долю приходилось 90% выбросов. При сжигании топлива выбросы CO₂ составляют 99% суммы выбросов ПГ, а в категории фугитивных выбросов основную долю составляет метан (70%).

Специфика выбросов от отдельных категорий источников в секторе «Энергетика» рассмотрена ниже.

2.2 Сжигание топлива

Один из главных источников поступления углекислого газа в атмосферу связан со сжиганием первичных топливно-энергетических ресурсов – угля, нефти, газа и продуктов их переработки (бензин, кокс, мазут и т.д.). Этим определяется большая часть антропогенной эмиссии диоксида углерода (CO₂) в атмосферу. Целью такого использования топлив является, обычно, получение энергии – тепловой, электрической, механической. Поэтому такое использование обозначается общим термином «энергетическое использование». Все выбросы парниковых газов, обусловленные сжиганием топливно-энергетических ресурсов в энергетических целях, относятся к сектору «Энергетика», вне зависимости от того, в каких отраслях и на каких предприятиях это сжигание происходит.

Расчеты выбросов от сжигания топлива в Сахалинской области проведены для 2023 года в соответствии с Методическими рекомендациями Минприроды России (МПР №15-р, 2015) и на основании исходных данных о потреблении топлива, предоставленных Федеральной службой государственной статистики по Сахалинской области, данных компаний, представленных по запросам Министерства экологии Сахалинской области в рамках, а также с использованием информации, находящейся в свободном доступе.

Основными источниками выбросов парниковых газов при сжигании ископаемого топлива в регионе являются энергетические отрасли (централизованное производство тепла и электроэнергии; нефтегазодобывающие предприятия, использующие ископаемое топливо для производств энергии и собственных технологических нужд; сжигание топлива на транспорте (автомобильном и трубопроводном).

В балансе топливно-энергетических ресурсов, потребляемых в регионе, преобладает газ (естественный природный и попутный нефтяной). Кроме газа в регионе используются в качестве котельно-печного топлива нефть и нефтепродукты (дизельное топливо, мазут,



сжиженный нефтяной газ, другие нефтепродукты). Из твердых топлив в небольших количествах используется уголь каменный и бурый. Производится сжигание топливной древесины, однако при определении суммарных выбросов в регионе эмиссия CO₂ от сжигания биомассы не учитывается, расчеты приводятся в качестве справочной информации. В транспортном секторе в гражданской авиации применяется в основном авиационный керосин, в автомобильном транспорте – бензин, дизельное топливо; в водном – судовое дизельное топливо и флотский мазут; на железнодорожном транспорте – дизельное топливо; для энергетического сжигания при обеспечении работы трубопроводного транспорта – газ.

Расчеты выбросов парниковых газов от сжигания топлива проводились отдельно для стационарных источников выбросов и для передвижных источников (транспорта) с использованием.

2.2.1 Стационарное сжигание топлива

Методологические вопросы

Выбросы парниковых газов от сжигания топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) стационарными источниками, в соответствии с приложением 2 к Методическим рекомендациям Минприроды России определяются для следующих категорий источников (МПР №15-р, 2015):

- 1.А.1 Производство электроэнергии и тепла,
- 1.А.2 Промышленные производства,
- 1.А.4 Другие сектора, в том числе:
 - а) Сельское, лесное и рыбное хозяйство и рыболовство;
 - б) Коммерческий сектор и общественные здания;
 - с) Жилой сектор и потребление топлива населением.
- 1.А.5. – Другие, не учтенные ранее источники сжигания топлива

Из-за особенностей статистических данных и структуры промышленного комплекса (не все области деятельности представлены в регионе) Сахалинской области, некоторые категории не представлены в данном отчете. При проведении инвентаризации выбросов парниковых газов для Сахалинской области категории источников были распределены следующим образом:

- 1.А.1.Производство электроэнергии и тепла
 - а. Централизованное производство тепло и электроэнергии электростанциями
 - б. Производство теплоэнергии котельными



с. Производство энергии в других энергетических отраслях (пр-во нефтепродуктов, добыча полезных ископаемых)

1.А.2. Промышленные предприятия и строительство

1.А.4. Другие категории

а. Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство, рыбоводство

б. Коммерческое и институциональное сжигание

с. Население

1.А.5. Другое

Для кадастра выбросов парниковых газов субъекта Российской Федерации основным методом расчета является уровень 1. При реализации этого метода, выбросы из всех источников горения рассчитываются на основе количества сжигаемого топлива и предложенных в Методических рекомендациях (МТР №15-р, 2015) коэффициентов выбросов. Для каждой категории источников выбросов и вида топлива расчет выполняется по формуле 1.2. Расчет совокупного количества выбросов парниковых газов производится их суммированием по категориям источников, видам газов и типам топлива (формула 2.2):

$$E_{\text{ПГ, топливо}} = AD_{\text{топлива}} \cdot EF_{\text{ПГ, топливо}} \quad (2.1)$$

$$\text{Выбросы}_{\text{ПГ}} = \sum E_{\text{ПГ, топливо}} \quad (2.2)$$

где $E_{\text{ПГ, топливо}}$ – выбросы парникового газа (CO_2 , CH_4 , N_2O) от конкретного типа топлива (Гг),

$AD_{\text{топлива}}$ – количество сожженного топлива (ТДж),

$EF_{\text{ПГ, топливо}}$ – коэффициент выбросов парникового газа (CO_2 , CH_4 , N_2O) в зависимости от использованного типа топлива (Гг газ/ТДж),

$\text{Выбросы}_{\text{ПГ}}$ – совокупный выброс парниковых газов (Гг).

Применение метода расчета более высокого уровня требует данных о составе топлива, используемого в регионе (уровень 2) и данных о потреблении топлива и специфических коэффициентах выбросов по отдельным предприятиям (уровень 3).

Исходные данные о потреблении топлива представлены в натуральных единицах (т, млн. м³ и др.). Перевод физических единиц в энергетические производится по формуле 2.3:

$$AD_i (\text{ТДж}) = AD_i (\text{ед}) \cdot C_i (\text{ТДж/ед}) \quad (2.3)$$

где $AD_i (\text{ТДж})$ – потребление топливно-энергетического ресурса в ТДж,



AD_i (ед) – потребление топливно-энергетического ресурса в физических единицах,

C_i (ТДж/ед) – коэффициент пересчета (таблица 2.1).

Значения теплотворной способности топлив, применяемые для пересчета в энергетические единицы данных о потреблении топлив, сжигаемых на территории Сахалинской, приведены в таблице 2.1 и соответствуют значениям, рекомендуемым для использования в Российской Федерации (МПП №15-р, 2015). Коэффициенты выбросов CO₂ отражают полное содержание углерода за исключением неокисленного углерода, переходящего в золу, сажу и твердые частицы. При расчете, в соответствии с Методическими рекомендациями Минприроды России и Руководящими принципами МГЭИК (МПП №15-р, 2015; МГЭИК, 2006), принято условие, что потери на неокисленный углерод равны нулю. Коэффициенты выбросов CO₂, CH₄ и N₂O, используемые в инвентаризации, в основном, взяты из Методических рекомендаций (МПП №15-р, 2015) и приведены в таблице 2.2. Они основаны на предположении об эффективном сжигании при высокой температуре и применимы для неизменных и оптимальных условий и не принимают во внимание влияние запусков, отключений или сжигания при частичной загрузке. Значения коэффициентов, приведенных в таблице, отличаются из-за различий в технологиях сжигания.

Значения нижней теплотворной способности каменного и бурого углей принимались в соответствии с данным формы 4-ТЭР и составили в 2023 году 0,633 туг/т для каменного угля и 0,594 туг/т для бурого угля. Значения коэффициентов перевода натуральных единиц в энергетические для других видов топлива брались в соответствии с Методическими рекомендациями (МПП №15-р, 2015) и приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Расчетные коэффициенты перевода в энергетические единицы

Наименование типа топливных ресурсов	Единица измерения	Коэффициент перевода натуральных единиц в энергетические	
		тыс. т.уг./ед.	ТДж/ед.
Нефть, включая промышленный газоконденсат	тыс. т.	1,430	41,91
Автомобильный бензин	тыс. т.	1,490	43,67
Авиационный бензин	тыс. т.	1,490	43,67
Авиационный керосин	тыс. т.	1,470	43,08
Другие виды керосина	тыс. т.	1,470	43,08
Дизельное топливо	тыс. т.	1,450	42,50
Мазут топочный	тыс. т.	1,370	40,15
Мазут флотский	тыс. т.	1,430	41,91
Топливо печное бытовое	тыс. т.	1,450	42,50
Сжиженный нефтяной газ	тыс. т.	1,570	46,01
Другие моторные топлива	тыс. т.	1,470	43,08
Газ нефтеперерабатывающих заводов	тыс. т.	1,500	43,96
Другие нефтепродукты	тыс. т.	1,430	41,91



Наименование типа топливных ресурсов	Единица измерения	Коэффициент перевода натуральных единиц в энергетические	
		тыс. т.у.т./ед.	ТДж/ед.
Уголь кузнецкий	тыс. т	0,867	25,41
Уголь хакасский	тыс. т	0,727	21,31
Угольные брикеты	тыс. т	0,706	20,7
Природный газ	млн. м ³	1,154	33,82
Промышленные отходы	тыс. т у.т.	1,000	29,31
Дрова для отопления и древесные отходы	плот. тыс. м ³	0,266	7,80

Таблица 2.2 - Коэффициенты выбросов диоксида углерода (тСО₂/ТДж), метана (СН₄) и закиси азота (N₂O) (кг парникового газа на ТДж на основе низшей теплотворной способности)

Наименование типа топливных ресурсов	Коэффициент выброса СО ₂	Энергетические отрасли		Обрабатывающая промышленность и строительство		Коммерческий сектор и общественные здания		Жилой сектор/сельское/лесное/рыбное хозяйство и рыболовство	
		СН ₄	N ₂ O	СН ₄	N ₂ O	СН ₄	N ₂ O	СН ₄	N ₂ O
Нефть, <small>вкл.</small> промышленный газоконденсат	73,3	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Автомобильный бензин	69,3	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Авиационный бензин	70,0	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Авиационный керосин	71,5	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Другие <small>виды</small> керосина	71,9	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Дизельное топливо	74,1	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Мазут топочный	77,4	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Мазут флотский	77,4	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Топливо <small>печное бытовое</small>	77,4	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
Сжиженный нефтяной газ	63,1	1	0,1	1	0,1	5	0,1	5	0,1
Другие <small>моторные</small> топлива	71,9	5	0,6	5	0,6	5	0,6	5	0,6
Газ нефтеперерабатывающих заводов	57,6	1	0,1	1	0,1	5	0,1	5	0,1
Другие нефтепродукты	73,3	3	0,6	3	0,6	10	0,6	10	0,6
уголь кузнецкий	91,9	1	1,5	10	1,5	10	1,5	300	1,5
уголь хакасский	94,4	1	1,5	10	1,5	10	1,5	300	1,5
Угольные брикеты	97,5	1	1,5	10	1,5	10	1,5	300	1,5
Природный газ	54,4	1	0,1	1	0,1	5	0,1	5	0,1
Сжиженный природный газ	54,4	92	3	92	3	92	3	92	3
Компримированный <small>(сжатый)</small> природный газ	54,4	92	3	92	3	92	3	92	3
Промышленные отходы	143,0	30	4	30	4	300	4	300	4
Дрова <small>для</small> отопления	112,0	30	4	30	4	300	4	300	4



Исходные данные

Для проведения расчетов выбросов парниковых газов от стационарных источников сжигания топлива были предоставлены следующие исходные данные:

- форма статистической отчетности № 4-ТЭР «Движение топлива и нефтепродуктов по Сахалинской области в 2023 году»;

При подготовке исходных данных для расчетов выбросов парниковых газов от сжигания топлива, были проведены следующие расчеты для определения расхода потребления топлива, по видам топлива и по видам деятельности:

- – в качестве основного источника данных для расчета использованы формы статистической отчетности, предоставленные Сахалинстатом форма «Остатки, поступление и расход топлива и тепловой энергии, отработанных нефтепродуктов, вторичных горючих и тепловых ресурсов в 2023 году» (АОТ1);
- – для каждого вида топлива составлен баланс потребления, включающий следующие категории: израсходовано за текущий год в качестве топлива всего, в том числе предприятиями и населением. Данные об использовании топлива предприятиями разделены по категориям кадастра в соответствии с видами экономической деятельности и типом использования (котельно-печное или моторное топливо).

В соответствии с указаниями по заполнению формы федерального статистического наблюдения (МЭР №713, 2019), «форму федерального статистического наблюдения № 4-ТЭР «Сведения об использовании топлива, теплоэнергии и электроэнергии на производство отдельных видов продукции, работ (услуг)» предоставляют организации (кроме субъектов малого предпринимательства), потребляющие топливо и энергию при производстве отдельных видов продукции, работ (услуг). Из числа организаций, осуществляющих производство вышеуказанных видов продукции, работ (услуг) отчетность по форме № 4-ТЭР предоставляют организации, являющиеся потребителями топлива и энергии со среднесуточным расходом топлива в условном исчислении от 2 тонн и выше, или теплоэнергии – от 15 Гкал и выше, или с присоединенной электрической мощностью 100 кВт и выше, за исключением тепловых и дизельных электростанций, отчетность по которым предоставляется независимо от величины их суточного расхода топлива. Поэтому, при использовании формы 4-ТЭР может существовать недоучет данных, а следовательно, и выбросов, от малых производителей. Однако их доля в суммарном балансе выбросов в регионе не велика.



Для разработки кадастра Сахалинской области в соответствии со структурой источников выбросов, утвержденной для региональных кадастров и соответствующей Руководящим рекомендациям (МПП №15-р, 2015), было произведено перераспределение данных о потреблении топлива по категориям источников. Расчеты проводились с использованием входных данных, представленных в отчете о «Разработке алгоритмов расчетов, сбора и анализу входных данных для проведения инвентаризации выбросов и поглощения парниковых газов на территории Сахалинской области за 2023 год» (НЦВВЭИ, 2024).

Распределение проводилось исходя из суммарного объема топлива. Исходные данные, используемые для расчета в категории 1А Сжигание топлива, приведены в Приложении 3.

Результаты оценки выбросов парниковых газов

В таблице 2.3. представлены результаты оценки потребления топлива по секторам в Сахалинской области, используемые для расчета выбросов парниковых газов при сжигании топлива, а на рисунке 2.2 вклад в общие выбросы сектора «Энергетика». Как видно из результатов расчетов, представленных в таблице 2.3 и на рисунке 2.2 основной вклад в суммарный выброс от стационарных источников, образующихся при сжигании топливно-энергетических ресурсов, вносят предприятия электро- и теплоэнергетики (92%) или 42% от совокупных выбросов в Сахалинской области без учета сектора ЗИЗЛХ.

Расчетная таблица выбросов парниковых газов от стационарного сжигания топлива приведена в Приложении 2.

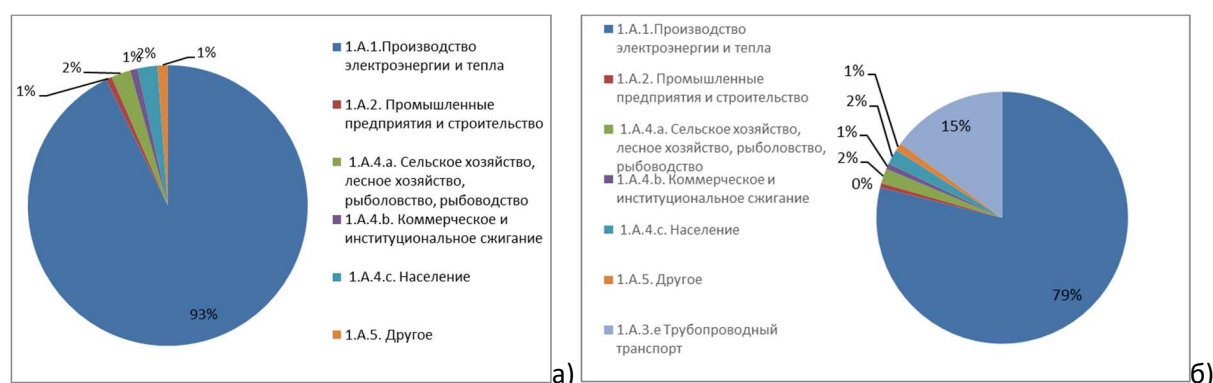


Рисунок 2.2 – Вклад в общие выбросы от отдельных категорий стационарных источников энергетического сектора Сахалинской области в 2023 году (а) без трубопроводного транспорта, б) с трубопроводным транспортом)



Таблица 2.3 - Результаты оценки потребления топлива (ГДж) и выбросов парниковых газов (тонн) по категориям источников стационарного сжигания топлива в Сахалинской области в 2023 году

Категории стационарного сжигания топлива	Потребление топлива, ГДж	Выбросы, т			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ экв
Всего	99 823 047	6 108 185	238	61	6 132 326
1.А.1.Производство электроэнергии и тепла	93 273 048	5 675 451	97	27	5 685 968
1.А.2. Промышленные предприятия и строительство	611 925	43 478	2	0	43 627
1.А.4.а. Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство, рыбоводство	1 854 740	126 575	30	32	136 827
1.А.4.б. Коммерческое и институциональное сжигание	655 493	51 048	69	1	52 918
1.А.4.с. Население	2 518 814	139 827	31	0	140 715
1.А.5. Другое	909 027	71 806	9	1	72 272
1.А.3.е Трубопроводный транспорт	19 823 685	1 078 409	20	2	1 079 495
Всего с учетом выбросов от технологического сжигания	119 646 732	7 186 594	258	63	7 211 821

2.2.2 Мобильное сжигание топлива

В категории мобильное сжигание топлива проводятся оценки выбросов от:

- гражданской авиации,
- дорожного транспорта,
- внедорожного транспорта
- железнодорожного транспорта,
- водного транспорта,
- трубопроводного транспорта.

Мобильные источники производят прямые выбросы парниковых газов, а именно, углекислого газа (CO₂), метана (CH₄) и закиси азота (N₂O) при сжигании разных видов топлива. Для авиации и водного транспорта проводятся так же оценки выбросов от международных рейсов (бункерное топливо). Выбросы от бункерного топлива, т.е. от топлива, израсходованного на внешние перевозки за территорию России, не суммируются в общие выбросы от региона, а помещаются в кадастр в качестве справочного материала.

Выбросы ПГ были оценены при помощи Методических рекомендаций Минприроды и Руководящих принципов (МПР №15-р, 2015; МГЭИК, 2006) по первому уровню расчетов. Метод уровня 1 основан на совокупных данных о количестве сожженного топлива конкретного вида транспорта, умноженных на средние коэффициенты выбросов. Выбросы



CO₂ оцениваются с учетом предположения, что весь содержащийся в топливе углерод полностью окисляется в СО. Коэффициенты выбросов для каждого вида транспорта представлены в таблице 2.4.

Исходные данные

Данные по сожженному топливу для всех видов транспорта, кроме железнодорожного были взяты из формы отчетности №4-ТЭР и переведены в энергетические эквиваленты согласно коэффициентам, представленным в таблице 2.4. Распределение моторного топлива по категориям проводилось в соответствии с видами экономической деятельности и типом топлива. В категории транспорт учитывалось только топливо, отнесенное к моторному в форме статистической отчетности 4ТЭР.

К автомобильному транспорту было отнесено топливо, израсходованное предприятиями в качестве автомобильного топлива, а также бензин, проданный населению. К водному транспорту было отнесено весь флотский мазут и судовое топливо, израсходованное в качестве моторного топлива. К внутреннему потреблению топлива гражданской авиацией было отнесено все другие нефтепродукты (керосины), израсходованные в качестве моторного топлива. Данные по потребленному топливу на железнодорожном транспорте были представлены ОАО «РЖД». Оставшееся моторное топливо, не отнесенное ни к одному из перечисленных видов транспорта, было учтено в кадастре в категории 1.А.3.f – другие виды транспорта (другое моторное топливо).

К категории выбросов «Трубопроводный транспорт» относятся выбросы, связанные со сжиганием топлива с целью выработки энергии для обслуживания трубопроводов (ГПА, котельные и электростанции, вырабатывающие энергию для собственных нужд), выбросы при работе насосных станций и техническом обслуживании трубопроводов.

Таблица 2.4 - Коэффициенты выбросов парниковых газов для мобильных источников

Тип транспорта/ топлива	Коэффициент выбросов CO ₂ (т/Гдж)	Коэффициент выбросов CH ₄ (т/Гдж)	Коэффициент выбросов N ₂ O (т/Гдж)
Автомобильный транспорт:			
Бензин	0,0693	0,000011	0,0000015
Дизельное топливо	0,0741	0,000004	0,000002
СПГ	0,0544	0,000001	0,0000001
СНГ	0,0631	0,000001	0,0000001
Внедорожный транспорт:			
Бензин	0,0693	0,000080	0,0000020
Дизельное топливо	0,0741	0,000004	0,0000286
Мазут	0,0774	0,000007	0,0000020
Водный транспорт:			



Тип транспорта/ топлива	Коэффициент выбросов CO ₂ (т/ГДж)	Коэффициент выбросов CH ₄ (т/ГДж)	Коэффициент выбросов N ₂ O (т/ГДж)
Судовое дизельное топливо	0,0741	0,000007	0,0000020
Мазут	0,0774	0,000007	0,0000020
Железнодорожный транспорт (Дизельное топливо)	0,0741	0,000004	0,0000286
Авиационный транспорт (Авиационный керосин)	0,0715	0,0000005	0,000002
Трубопроводный транспорт:			
Природный газ	0,0544	0,000001	0,0000001
Газ нефтяной попутный	0,0572	0,000001	0,0000001

Результаты оценки выбросов парниковых газов

Как видно из результатов расчетов, представленных в таблице 2.5 и на рисунке 2.3, основной вклад в суммарный выброс от мобильных источников, образующихся при сжигании топливно-энергетических ресурсов, вносит автомобильный транспорт (37%), являясь базовым элементом транспортной системы Сахалинской области. Трубопроводный транспорт вносит 29% выбросов в категории, являясь стратегическим видом транспорта в Сахалинской области с наибольшим объемом грузооборота нефти и газа. Водный транспорт также является ключевым видом транспорта (вклад 19% в общие выбросы) из-за особенностей территориального расположения Сахалинской области. Это единственная в России административная территория, полностью расположенная на островах. Островное положение Сахалинской области предопределяет ведущую роль морского транспорта, так как практически все грузы на Сахалин и Курилы, а также в обратном направлении на материк и в сопредельные государства доставляются морем.

Таблица 2.5 - Сжигание топлива мобильными источниками в Сахалинской области в 2023 году, ГДж и сопутствующие выбросы ПГ по категориям источников (тонн)

Категории мобильного сжигания топлива	Потребление топлива, ГДж	Выбросы, т			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ экв
Транспорт всего с учетом трубопроводного	55 664 017	3 649 839,50	227,4 7	221,3 1	3 721 476,09
1.А.3.а Авиационный транспорт	617 574	44 156,57	0,31	1,24	44 532,37
1.А.3.б Дорожный транспорт	19 576 895	1 358 145	107	30	1 369 718
1.А.3.в Железнодорожный транспорт	608 798	45 092	3	17	50 343
1.А.3.д Водный транспорт	8 042 680	601 357	56	16	607 558
1.А.3.е Трубопроводный транспорт	19 823 685	1 078 409	20	2	1 079 495
1.А.3.ф Другое моторное топливо	6 994 384	522 680	42	155	569 830
Всего транспорт без учета трубопроводного	35 840 332	2 571 431	208	219	2 641 981

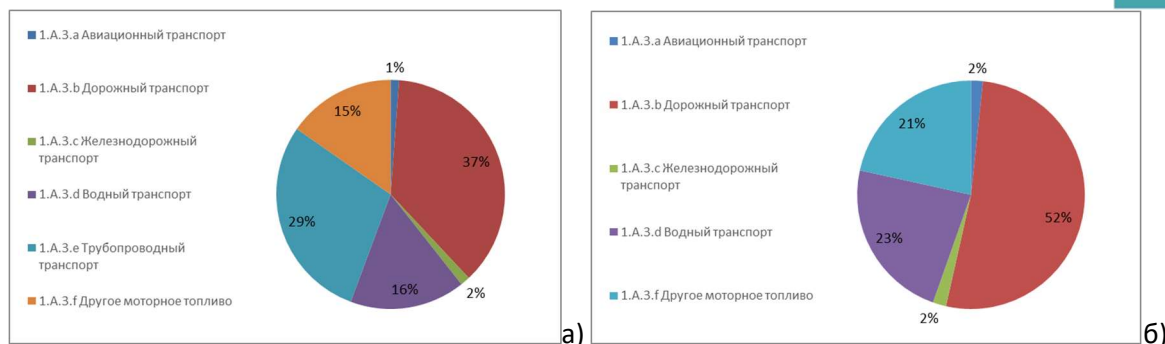


Рисунок 2.3 – Вклад отдельных категорий транспорта в общие выбросы «Мобильных источников» энергетического сектора Сахалинской области в 2021 году (а) с учетом трубопроводного транспорта, б) без учета трубопроводного транспорта)

2.2.3 Морские и авиационные перевозки на топливе, заправленном вне территории Сахалинской области

В соответствии с Методическими рекомендациями по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации, а также методологическими руководствами МГЭИК, выбросы парниковых газов от внутренних и внешних (международных) авиационных и морских перевозок должны рассчитываться отдельно (МПП №15-р, 2015; МГЭИК, 2006). Выбросы от международной авиации охватывают все полеты, выполняемые из аэропортов вылета Сахалинской области до аэропортов посадки за пределами России, независимо от национальной принадлежности перевозчика. Однако, в связи с отсутствием данных о расходе топлива иностранными авиакомпаниями и морскими судами, для целей Регионального кадастра Сахалинской области к бункерному топливу было отнесено топливо, израсходованное на внешние перевозки за пределы России морскими и авиационными компаниями, предоставляющими отчетность в региональные органы статистики Сахалинской области и разделяющими данные о расходе топлива на внутренние и внешние перевозки в рамках добровольной инвентаризации парниковых газов, проводимой Минэкологии СО.

В региональном кадастре Сахалинской области из суммарных региональных выбросов исключаются выбросы от сжигания топлива, заправленного вне территории области и используемого для осуществления морских и авиационных перевозок.

По данным отчетности компаний АО Авиакомпания Аврора, ООО «Фемко-Менеджмент» и Сахалинское морское пароходство общий расход топлива, используемого для внешних перевозок за пределы России, составил в 2023 году:

- авиационный керосин 85 225 туг,
- мазут флотский 35 409 туг,



- судовой дизель 30 888 туг.

Для авиакомпании Аврора были внесены изменения в данные, представленные в форме по парниковым газам добровольной инвентаризации за 2023 год, т.к. они существенно отличались от данных всего временного ряда за 2019-2022 годы.

Суммарное количество топлива, исключенное из расчетов региональных выбросов в 2023 году составило 151,5 тыс. туг, что обусловило выброс 328,9 тыс. т CO₂ экв.

2.2.4 Усовершенствования и пересчеты

Расчет выбросов парниковых газов от сжигания топлива проводился в соответствии с методикой, применяемой для Кадастра за 2021 и 2022 годы. Значимых пересчетов не проводилось.

2.2.5 Неопределенности оценок выбросов

Комплексная количественная оценка неопределенности величин выбросов парниковых газов затруднительна из-за сложной организационной структуры категории 1.А. Как правило, при развитой системе национальной статистики уровень неопределенности всех данных о деятельности составляет $\pm 5\%$, кроме данных о биомассе и использовании топлив на транспорте. Величина неопределенности данных о биомассе была принята $\pm 20\%$.

Неопределенности коэффициентов выбросов CO₂ для разных видов топлив достаточно точно определены, поскольку они зависят от содержания углерода в конкретном топливе. Однако неопределенность коэффициентов выбросов иных газов гораздо выше. Неопределенность коэффициентов выбросов CH₄ может достигать $\pm 50\%$, а для коэффициента выбросов N₂O может составлять от -40% до $+140\%$ (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006). Соответственно неопределенность коэффициентов эмиссии CO₂ была принята $\pm 7\%$. В свою очередь неопределенности коэффициентов эмиссии CH₄ и N₂O были приняты равными $\pm 50\%$ для всех категорий, кроме транспорта.

Неопределенность данных о деятельности и коэффициентов выбросов для автотранспорта приняты по аналогии с Национальным кадастром выбросов парниковых газов принят равным $\pm 18\%$, а расчетных коэффициентов $\pm 32\%$. Объединенная неопределенность по эмиссии CH₄ и N₂O для транспорта составила $\pm 37\%$.

Количественная оценка неопределенности выбросов парниковых газов для сжигания топлива (категория 1.А) выполнялась на основе приведенных выше величин



неопределенностей данных о деятельности и параметров по уровню 1 методологии МГЭИК при доверительном интервале 95% (МГЭИК, 2006). Расчеты показывают, что общая неопределенность оценок выбросов по категории источников 1.А в 2023 году составляет 3,7%.

2.3 Летучие (фугитивные) выбросы

2.3.1 Обзор сектора

Летучие выбросы происходят в целом от операций с углём и углеводородным топливом. Включенные в раздел парниковые газы, категории источников и виды антропогенной деятельности, сопровождающиеся их выбросами, представлены в таблице 2.6. Операции с нефтью, газом и углём относятся к одним из ключевых источников эмиссии парниковых газов в Сахалинском регионе. Согласно методологии (МГЭИК, 2006) и (МПП №15-р, 2015), вскрытие и разработка угольных месторождений приводят к выбросам CO₂ и CH₄, высвобождаемым из ассоциированных пластов во время добычи угля, при измельчении угля, также при утечках из дна и уступов угольного карьера, и при последующих операциях.

Методологический уровень, применяемый к каждой подкатегории, определялся, в первую очередь, исходя из доступности исходных данных для оценок выбросов на уровне Сахалинского региона, а также исходя из значимости источника выбросов (т.е. его возможного вклада в совокупные выбросы по каждой категории в секторе Летучие выбросы). Оценка выбросов от различных категорий и подкатегорий производилась путем комбинирования уровней 1, 2 и 3.

В ответ на запросы данных по показателям деятельности в угледобывающей и нефтегазовой отрасли Сахалинского региона была получена информация из трёх источников: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Сахалинской области (Сахалинстат) и отчёты юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, ведущих свою основную деятельность в Сахалинском регионе (далее ЮЛ и ИП).

Полученные данные были проанализированы на полноту и согласованность. Наиболее целесообразно при оценке выбросов от сектора Летучие выбросы основываться на данных об основных объёмах производимой продукции в натуральном выражении, предоставленных Сахалинстатом, а там, где необходимые для расчета детальные данные об операционной деятельности предприятий отсутствовали для полноты оценки источников



выбросов были использованы данные, предоставленные компаниями. Для оценки эмиссий от угледобывающей отрасли Сахалинской области были использованы данные Сахалинстата. Все вычисления выполнялись последовательно, что исключало двойной счет выбросов.

Вклад выбросов от добычи угля в общий объём эмиссий по сектору летучие выбросы составил 21,1%. Нефтегазовый комплекс играет важную роль в экономике Сахалинского региона и составляет большую часть выбросов от рассматриваемого сектора. В настоящем разделе приведены оценки выбросов парниковых газов CO₂, CH₄ и N₂O от операций бурения, опробования и обслуживания действующих нефтяных и газовых скважин; добычи, подготовки, транспортировки, хранения, и первичной переработки нефти и природного газа, добычи и транспорта газового конденсата, распределения природного и попутного нефтяного газов, а также выбросы парниковых газов при производстве сжиженного природного газа (СПГ).

Для Сахалинской области в 2023 году суммарные выбросы парниковых газов от сектора Летучие выбросы составили 1 580 624,47 т. CO₂-экв. Совокупная эмиссия в эквиваленте CO₂ и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых в секторе летучие выбросы Сахалинского региона, приведены на рисунке 2.4 из которого видно, что в составе выбросов парниковых газов в целом по сектору преобладает метан – его вклад в совокупную эмиссию по сектору составил 70,4%, вклад диоксида углерода и оксида диазота составил 29,45% и менее 1% соответственно. Распределение профиля выбросов по основным направлениям деятельности в угледобывающей отрасли и нефтегазовом секторе приведены на рисунках 2.5 и 2.6 соответственно. Из рисунков видно, что большую часть выбросов по сектору Летучие выбросы составляют эмиссии парниковых газов от операций в нефтегазовой отрасли 79,5%, в то время как вклад эмиссий от угледобычи составляет 20,5%.

Таблица 2.6 - Категории антропогенных источников парниковых газов, выбрасываемых при операциях с углём и углеводородным топливом

Категория источников выбросов	Код
Твёрдые топлива	1.B.1.
Операции с углём	1.B.1.a
Открытая добыча угля	1.B.1.a.2.
Добыча угля	1.B.1.a.2.i.
Последующая деятельность	1.B.1.a.2.ii.
Операции с нефтью и газом	1.B.2.
Операции с нефтью	1.B.2.A
Разведка (бурение, опробование и обслуживание действующих нефтяных скважин)	1.B.2.A.1
Добыча (шельфовая)	1.B.2.A.2



Категория источников выбросов	Код
Транспортировка (трубопроводный, железнодорожный, морской)	1.В.2.А.3
Первичная переработка (перегонка) и хранение	1.В.2.А.4
Газовый конденсат	
Добыча	1.В.2.А.2
Транспортировка	1.В.2.А.6
Операции с природным газом	1.В.2.В
Бурение, опробование и обслуживание действующих газовых скважин	1.В.2.В.1
Добыча	1.В.2.В.2
Первичная переработка (подготовка)	1.В.2.В.3
Транспортировка и хранение	1.В.2.В.4
Распределение попутного нефтяного газа	1.В.2.В.5
Распределение природного газа	1.В.2.В.5
Производство СПГ (утечки от производства хранения и транспортировки)	1.В.2.а.iii.3
Продувка и отведение газов	1.В.2.С.1
Нефть	1.В.2.С.1.1
Природный газ	1.В.2.С.1.2
Сжигание в факелах при добыче и первичной переработке	1.В.2.С.2
Природный газ	1.В.2.С.2.2
Попутный нефтяной газ	1.В.2.С.2.1
Удаление кислых газов при производстве СПГ	1.В.2.а.iii.3
Факельное сжигание при производстве СПГ	1.В.2.а.iii.3

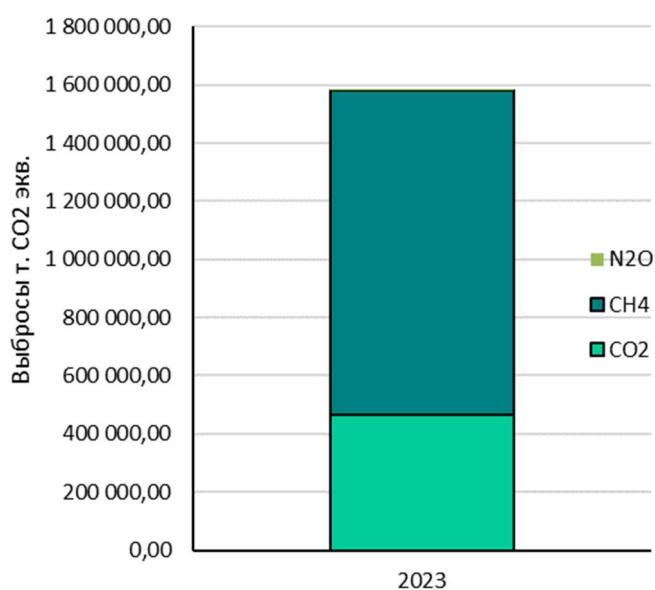


Рисунок 2.4 - Совокупная эмиссия и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых в секторе летучие выбросы по Сахалинскому региону в 2023 г.

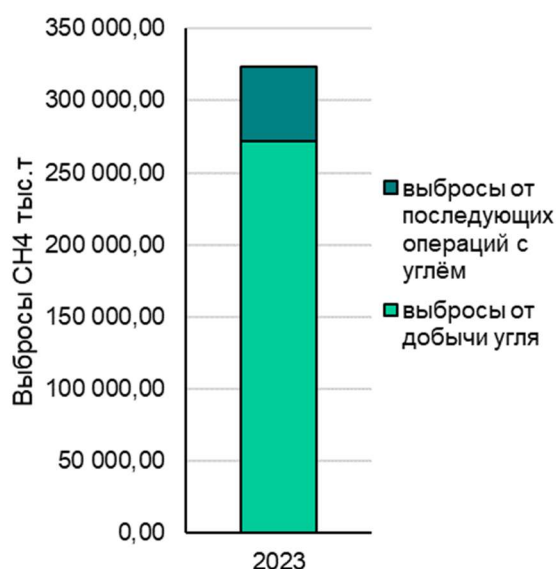


Рисунок 2.5 - Выбросы парниковых газов от операций с углём, т. CO₂ экв.

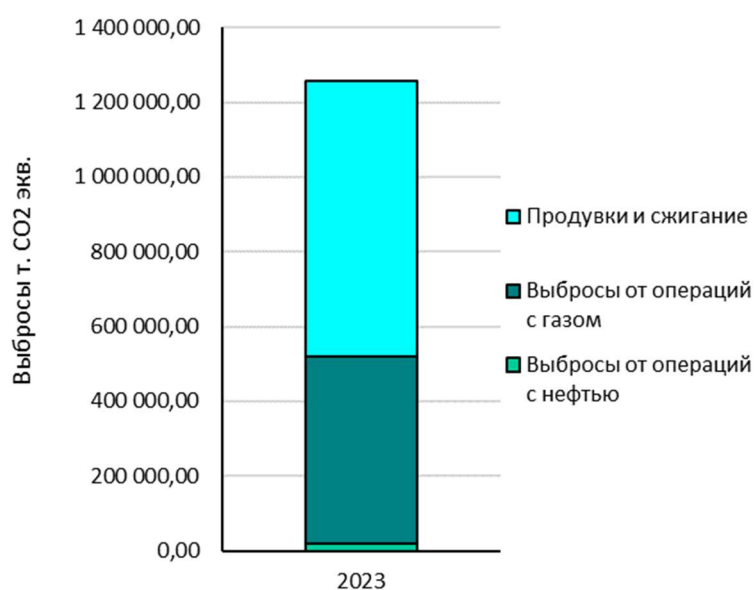


Рисунок 2.6 - Выбросы парниковых газов от операций с нефтью и газом, т. CO₂ экв.

2.3.2 Утечки в угледобывающей отрасли

Исходные данные и методические подходы

Угледобывающая отрасль Сахалина представлена рядом компаний, наиболее крупной из которых является ООО «СУР», осуществляющая открытую добычу угля. Данные об объеме добычи угля, предоставленные ООО «СУР» составили 13 185,83 тыс. т., что составляет примерно 85% от общей добычи угля в Сахалинском регионе. Для оценки суммарных выбросов от добычи и последующего обращения с углем в регионе



использовались данные, предоставленные Сахалинстатом по Сахалинской области в целом и данные, предоставленные ООО «СУР». Общая открытая добыча угля в Сахалинском регионе в 2023 году составила 15512,98 тыс. т.

Расчёты выбросов от открытой добычи угля и последующих операций с ним выполняли на основе данных о деятельности, приведённых в таблице 2.7 по следующей формуле (2.4):

$$E = AD \times EF \times Cf \quad (2.4)$$

где AD – данные о годовой добыче угля, тыс.т;

$AD_{\text{топлива}}$ – количество сожженного топлива (ТДж),

EF – коэффициент выбросов метана на единицу операционной деятельности, т/тыс.т.,

Cf – коэффициент конверсии объёма метана в его массу, 0,67, кг/м³.

Таблица 2.7 - Годовая добыча угля открытым способом в Сахалинском регионе

Год	Добыча угля открытым способом тыс.т
2023	15512,98 ⁽¹⁾

Примечание - ⁽¹⁾ Данные Сахалинстата

Оценку выбросов от открытой добычи угля и последующих операций с ним проводили отдельно для добычи угля на Солнцевском угольном разрезе и в целом по Сахалинской области с использованием коэффициентов выбросов, разработанных на основе производственных данных ООО «СУР» и национальных коэффициентов эмиссии, учитывающих газоносность и глубину залегания угольных пластов на территории Российской Федерации. Данные коэффициенты приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Коэффициенты эмиссии CH₄, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от утечек в угледобывающей отрасли Сахалинского региона (Тайлаков и др., 2009)

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CH ₄
Открытая добыча угля (ООО «СУР»)	0,68 • 10 ³ т • 10 ⁻³ т ⁽¹⁾
Открытая добыча угля (Сахалинский регион в целом)	3,14 • 10 ³ т • 10 ⁻³ т ⁽²⁾
Последующие операции с углём	2,0 • 10 ² т • 10 ⁻³ т ⁽²⁾

Примечание – ⁽¹⁾ Коэффициенты разработанные на основе данных компании ООО «СУР»

⁽²⁾ Национальные коэффициенты эмиссии



Для расчета использованы национальные коэффициенты эмиссии метана от добычи угля открытым способом, применяемые в Национальном кадастре парниковых газов РФ (НДК, 2023). Региональные значения удельных коэффициентов выбросов метана получены на основе научных публикаций и ранее проведенных исследований (Тайлаков и др., 2009) с использованием информации о параметрах газоносности угольных пластов месторождений Сахалинского региона и объёма добычи угля на этих месторождениях. Коэффициенты выбросов от добычи угля на Солнцевском угольном разрезе получены по данным ООО «СУР» (Тайлаков и др. 2023).

Результаты оценки выбросов

Как уже было сказано выше эмиссии от угледобычи вносят меньший вклад в совокупный выброс парниковых газов по сравнению с нефтегазовой отраслью Сахалинского региона. Согласно технологиям разработки открытых угольных месторождений, при добыче угля выделяется метан (МГЭИК, 2006; Тайлаков и др., 2009). Оценка выбросов диоксида углерода при добыче угля открытым способом не производится, хотя в руководящих принципах МГЭИК указывается на наличие CO_2 в угольных пластах и прилегающих к ним пустотах, но методология и параметры для количественной оценки его выбросов не приводятся (МГЭИК, 2006). Таким образом, при добыче угля открытым способом оценивались только выбросы метана. Для Сахалинской области в 2023 году фугитивные выбросы метана от угледобычи составили 323 434,47 т. CO_2 -экв., операции по добыче угля составляют 84% этих выбросов, а последующие операции с углем – 16 % соответственно (см. рисунок 2.7).

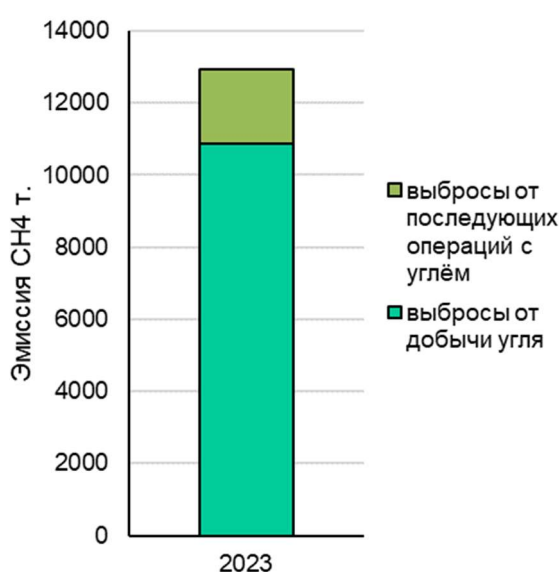


Рисунок 2.7 - Выбросы CH_4 при операциях с углём



2.3.3 Утечки в нефтяном секторе

Исходные данные и методические подходы

В данном разделе рассмотрены выбросы метана и диоксида углерода при добыче нефти и газового конденсата, а также при операциях по транспортировке нефти и газового конденсата, и первичной переработке нефти. В раздел также включены выбросы от диоксида углерода, метана и оксида азота от разведки (бурение и опробование разведочных и эксплуатационных скважин, а также обслуживание действующих скважин).

Исходя из анализа полученных данных о деятельности нефтяной отрасли, расчет выбросов для категорий разведки и транспортировки нефти морским транспортом производился согласно коэффициентам, указанным в дополнении IPCC Refinements 2019 г. к методике МГЭИК 2006 г.; остальные категории оценивались согласно методике первого уровня Руководящих принципов.

В Методических рекомендациях Минприроды и руководствах МГЭИК 2006 г. приведена методика оценки выбросов от разведки на основе данных по объемам добычи нефти (МПР №15-р, 2015; МГЭИК, 2006). Согласно практике подготовки национальной отчетности, а также международной и национальной экспертных оценок, в том числе, на уровне МГЭИК, расчет выбросов от разведки на основе объемов добычи не признается надежным, поскольку приводит к серьезному завышению выбросов и, как следствие, к искажению профилей выбросов отрасли в целом. Поэтому, для оценки выбросов от указанной категории были использованы коэффициенты из IPCC Refinements 2019 г. к Руководящим принципам МГЭИК 2006¹. Как показывает мировая практика по оценке выбросов от нефтегазового сектора, выбросы от разведки (бурение, опробование скважин и условно отнесенное к данной категории обслуживание действующих скважин) являются незначительными и носят в большинстве своем однократный характер на протяжении времени жизни отдельной скважины (МГЭИК, 2006, т.2; МПР №15-р, 2015; Хаустов М.Р., Редина М.М., 2006; Норман Дж. Хайн, 2008). Поэтому наиболее высокая степень достоверности оценок выбросов от разведки возможна на основе методики, в основе которой лежат данные по скважинному фонду. Согласно IPCC Refinements 2019 г. к Руководящим принципам 2006 г., выбросы от разведки нефти и газа на шельфе настолько не значительные, что в расчёт эмиссий от всего нефтегазового сектора их не включают. Расчёт выбросов от бурения скважин на нефть и газ выполнялся по коэффициентам эмиссии Refinements 2019 и данным компаний. Показатели исходных данных об операционной

¹ https://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/2_Volume2/19R_V2_4_Ch04_Fugitive_Emissions.pdf



деятельности с нефтью и газовым конденсатом и их источники данных приведены в таблицах 2.9 и 2.10.

Таблица 2.9 - Показатели состояния скважинного фонда нефтегазовой отрасли Сахалинского региона⁽¹⁾

Год	Число эксплуатационных скважин, законченных бурением на нефть на суше в отчетном году, шт.
2023	3

Примечание – ⁽¹⁾ Данные компаний

Как видно из таблицы 2.10, в 2023 году суммарные объемы добычи нефти и газового конденсата в Сахалинском регионе составили 11775,94 тыс. м³.

Таблица 2.10 - Показатели деятельности нефтяной отрасли Сахалинского региона

Год	Добыча нефти (включая газовый конденсат), млн. м ³⁽¹⁾	Объем прокачки нефти по магистральным нефтепроводам, тыс. м ³⁽³⁾	Первичная переработка нефти, млн. м ³⁽³⁾	Транспортировка нефти морским транспортом, тыс. м ³⁽⁴⁾
2023	11,775 ⁽²⁾	11778,46	9,84567	1933,50

Примечания

⁽¹⁾ Расчёты производились с учётом плотности нефти 856,232 кг/м³

⁽²⁾ Данные суммированы по отчётности ЮЛ и ИП, включая показатели за 2023 г.

⁽⁴⁾ Источник – данные компании ООО «Сахалинская Энергия»

Стоит отметить, что большая часть объёма нефти в Сахалинском регионе добывается на морском шельфе. Поэтому, при оценке эмиссий от добычи и утечек, использовались коэффициенты для шельфовой добычи нефти из Руководящих принципов 2006 г. Данные по объемам нефти отгруженной морским транспортом в целом по региону не были получены, поэтому для оценки выбросов от этой подкатегории было принято использовать данные отчётности компании ООО «Сахалинская Энергия», являющейся основным нефтегазодобывающим предприятием, отгружающим нефть морским транспортом.

Был проведён анализ исходных данных за 2021 и 2020 г.: выявлено, что объёмы отгрузки нефти морским транспортом не сильно отличаются от объёмов транспортировки нефти по магистральным трубопроводам, что связано с технологическим циклом работы компании, в связи с чем было принято допущение, что весь объём транспортируемой по трубопроводам нефти ООО «Сахалинская Энергия» отгружается морским транспортом.

Данные о деятельности в единицах массы переводились в единицы объема по формуле (2.5):

$$V=m/\rho \quad (2.5)$$



где V – данные о деятельности отрасли в объемных единицах, (тыс. м³),

ρ – средневзвешенная плотность добываемой нефти, (т/м³),

m – данные о деятельности отрасли в массовых единицах, (тыс. т).

Значение плотности нефти выбиралось на основе данных исследований и публикаций (Уварова и др., 2017) как средневзвешенное значение плотности нефти по России в целом (0,856 т/м³). Коэффициенты эмиссии, использованные в расчетах выбросов от утечек в нефтяной отрасли, представлены в таблицах 2.11 и 2.12.

Таблица 2.11 - Коэффициенты эмиссии CO₂, CH₄ и N₂O использованные в расчетах эмиссии при разведке (IPCC Refinements, 2019)

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO ₂	Коэффициент эмиссии CH ₄	Коэффициент эмиссии N ₂ O
Бурение опробование и обслуживание нефтяных скважин на суше	12,44 т • год ⁻¹ на число скважин	5,3•10 ⁻¹ т • год ⁻¹ на число скважин	9•10 ⁻⁵ • год ⁻¹ на число скважин

Таблица 2.12 - Коэффициенты эмиссии CO₂ и CH₄, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от утечек в нефтяной отрасли Сахалинского региона (МПП №15-р, 2015; МГЭИК, 2006, Т.2, IPCC Refinements, 2019)

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO ₂	Коэффициент эмиссии CH ₄
Добыча нефти и газового конденсата	4,3 • 10 ⁻⁵ т • 10 ⁻³ м ⁻³	5,9 • 10 ⁻⁴ т • 10 ⁻³ м ⁻³
Первичная переработка нефти	–	2,18 • 10 ⁻² т • 10 ⁻³ м ⁻³
Транспортировка нефти по трубопроводам	4,90 • 10 ⁻⁴ т • 10 ⁻³ м ⁻³	5,40 • 10 ⁻³ т • 10 ⁻³ м ⁻³
Транспортировка нефти морским транспортом	–	6,8 • 10 ⁻² т • 10 ⁻³ м ⁻³
Транспортировка газового конденсата	7,2 • 10 ⁻³ т • 10 ⁻³ м ⁻³	1,1 • 10 ⁻¹ т • 10 ⁻³ м ⁻³

Для расчета выбросов парниковых газов от операций в нефтяном секторе использовали коэффициенты эмиссии, рекомендуемые для развитых стран (МПП №15-р, 2015; МГЭИК, 2006). Для некоторых оцениваемых категорий не были приведены коэффициенты выбросов в Руководящих принципах 2006 г., поэтому использовались параметры IPCC Refinements, 2019. Если для коэффициента выбросов приведен диапазон значений, то для расчета бралась средняя величина из приведенного диапазона.

Результаты оценки выбросов

Для Сахалинской области в 2023 году фугитивные выбросы парниковых газов от операций с нефтью составили 19 064,32 т. CO₂-экв. Как видно из рисунка 2.8, разведка нефти является основным источником выбросов CO₂ и составляет 64,7% совокупного выброса диоксида углерода от операций с нефтью. Вклад добычи нефти и газового конденсата суммарно составляет менее 1%, что связано с крайне низкими показателями



коэффициентов эмиссий для шельфовой добычи нефти и газового конденсата в Руководящих принципах (МГЭИК, 2006). Вклад транспортировки нефти составляет 11,6%. Вклад транспортировки газового конденсата составляет 22,7%. Тенденцию выбросов метана в нефтяном секторе определяют операции по отгрузке нефти морским транспортом, первичной переработке нефти, и транспорту газового конденсата: их вклад в совокупную эмиссию составил 34,58%, 28,23, и 26,32% соответственно (рисунок 2.9). Доли выбросов от остальных операций в сумме не превышают 11% от общего объёма эмиссий метана от нефтяного сектора.

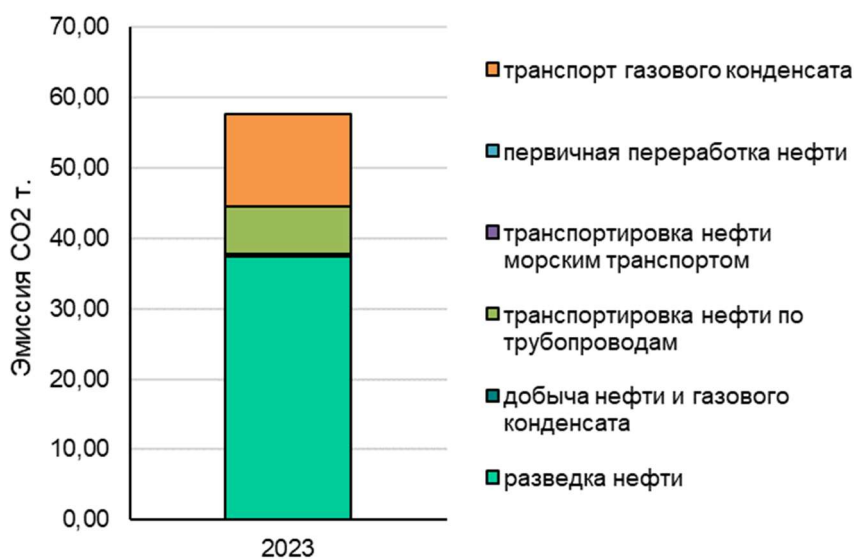


Рисунок 2.8 - Выбросы CO₂ при операциях с нефтью

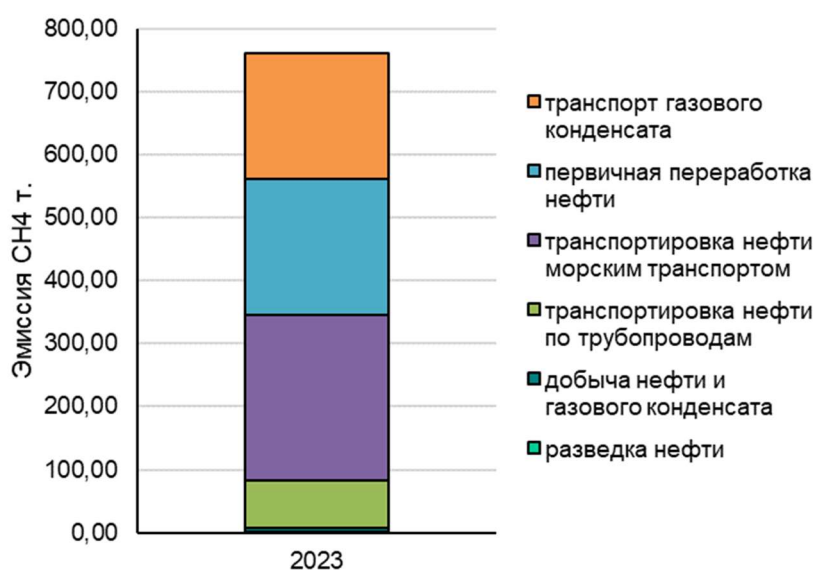


Рисунок 2.9 - Выбросы CH₄ при операциях с нефтью и газовым конденсатом



2.3.4 Утечки в газовом секторе

Исходные данные и методические подходы

В данном разделе рассмотрены выбросы метана и диоксида углерода при операциях по добыче, подготовке, хранении и транспорте природного газа, его переработке в СПГ, а также распределении природного и попутного нефтяного газов. Расчеты выбросов от операций с природным газом выполнялись на основе данных о деятельности, представленных в таблице 2.13, формулы 4.2.1 (глава 4, том 2, МГЭИК, 2006) уровня 1.

Таблица 2.13 - Показатели деятельности газовой отрасли Сахалинского региона

Годы	Добыча природного газа, млн. м ³ ⁽¹⁾	Объем прокачки газа по магистральным газопроводам, млн. м ³ ⁽²⁾	Общее потребление природного газа и попутного нефтяного газа, млрд.м ³ ⁽¹⁾	Производство СПГ, тыс.т
2023	17937,40 ⁽⁴⁾	19400,19	7,499	10440,2 ⁽³⁾

Примечания

(1) Данные предоставлены Сахалинстатом

(2) Суммарный объем деятельности по отчетности ЮЛ и ИП, включая показатели за 2023 г.

(3) Данные Сахалинстата

(4) При плотности 771,75 кг/м³

Данные о деятельности в единицах массы переводились в единицы объема аналогичным образом, как и в нефтяном секторе. Для расчета использовалась средневзвешенная плотность природного газа в России, согласно данным исследований (Уварова и др. 2017). В 2023 г. объем добычи природного газа в Сахалинском регионе составил 17,937 млрд м³. Показатели потребления природного и попутного нефтяного газов составили 7,499 млрд м³.

В Сахалинской области магистральным транспорт природного газа реализуется, главным образом, для поставок на переработку СПГ, так как основной объем природного газа в Сахалинском регионе добывает компания ООО «Сахалинская Энергия», осуществляющая деятельность по производству СПГ. Добываемый остальными компаниями природный газ в 2023 году реализуется потребителям на континентальную часть через недавно построенный газопровод Сахалин-Хабаровск-Владивосток. В связи с тем, что данные по объемам прокачки газа по магистральным газопроводам не собираются отдельно по субъектам РФ, для полной оценки фугитивных выбросов от транспорта газа в качестве объема транспортируемого газа были использованы объемы магистрального транспорта природного газа, предоставленные по запросам отдельными компаниями,



включая объёмы подготовленного и транспортированного по магистральным трубопроводам ПНГ компании проекта «Сахалин-1».

Данные по объемам потребления природного газа в 2023 г. предоставлены Сахалинстатом в сумме с объемами потребления попутного нефтяного газа.

Компания ООО «Сахалинская Энергия» является единственным производителем СПГ в регионе, следовательно, оценку выбросов от данного источника производили по объёму операционной деятельности, приведённому в отчётности данной компании.

Для расчета выбросов парниковых газов от операций с природным газом использовались коэффициенты эмиссии, рекомендуемые для развитых стран (таблица 2.14) (МГЭИК, 2006). Если в руководстве МГЭИК приведен диапазон значений коэффициента, то для расчета бралась средняя величина из приведенного диапазона. Национальные коэффициенты выбросов от добычи, подготовки и транспорта природного газа выражают долю газообразных потерь метана и диоксида углерода в атмосферу, при данных операциях от общего объема деятельности. Данные коэффициенты включают выбросы от продувок, или газоотведения и утечек без их разделения и получены на основе специальных исследований (Уварова и др. 2017). Национальный коэффициент эмиссии метана от магистрального транспорта газа получен по данным об оценке утечек метана на газотранспортных объектах ПАО «Газпром». Выбросы метана от магистрального транспорта газа ООО «Газпромтрансгаз Томск» и ООО «Сахалинская Энергия» были оценены отдельно от объёма магистральной транспортировки остальных Компаний, с использованием исходных данных о деятельности и коэффициентов эмиссии диоксида углерода и метана, разработанных по корпоративным данным 3 уровня двух указанных выше Компаний. Национальный коэффициенты и коэффициенты выбросов диоксида углерода и метана третьего уровня оценивают суммарные выбросы парниковых газов от транспорта природного газа без их разделения на утечки и продувки.

Для расчёта выбросов от производства СПГ, использовались данные по объёму утечек природного газа при производстве СПГ.

Таблица 2.14 - Коэффициенты эмиссии для расчета выбросов от операций с природным газом

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO ₂	Коэффициент эмиссии CH ₄
Добыча природного газа	$4,29 \cdot 10^{-3} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$2,13 \cdot 10^{-1} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$
Первичная переработка природного газа		
Утечки и продувки при прокачке газа по магистральным трубопроводам	$7,38 \cdot 10^{-3} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$1,84 \cdot 10^0 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(2)}$
Утечки и продувки при прокачке газа по магистральным трубопроводам ООО «Сахалинская Энергия»	$3,47 \cdot 10^{-4} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(3)}$	$2,15 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(3)}$



Утечки и продувки при прокачке газа по магистральным трубопроводам ООО «Газпромтрансгаз Томск»	$1,66 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(3)}$	$4,02 \cdot 10^{-1} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(3)}$
Утечки при хранении природного газа	$1,10 \cdot 10^{-4} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,50 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при газораспределении	$5,10 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,10 \cdot 10^0 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при производстве СПГ	$9,93 \cdot 10^{-3} \text{ т} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3(3)}$	$6,14 \cdot 10^{-1} \text{ т} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3 (3)}$

Примечания

(1) Национальный коэффициент эмиссии

(2) Национальный коэффициент, полученный по данным ПАО «Газпром»

(3) Коэффициент третьего уровня расчёта, полученный по корпоративным данным ООО «Сахалинская Энергия» и ООО «Газпромтрансгаз Томск» соответственно.

Использование коэффициентов эмиссии для развитых стран обусловлено высоким уровнем развития Российской газовой промышленности. Газовые компании имеют равные возможности для добычи, транспортировки и переработки природного газа, а также равный доступ на рынки природного газа в нерегулируемом секторе экономики (Постановление Правительства РФ № 1205, 2010; Внутренний рынок газа, 2015). Производственно-техническая деятельность газовой отрасли строго регламентируется национальными и международными технологическими и экологическими стандартами, нормативами и регламентами (СТО Газпром 2-1.19-128-2007; СТО Газпром 031-2007; ГОСТ Р 54097-2010 и др.). Российскими газовыми компаниями используются современное оборудование и передовые технологии, выполняются регулярные модернизации оборудования, технический и экологический контроль (Lelieveld et al., 2005; Реестр наилучших доступных технологий, 2014; Годовой отчет, 2015 и др.). По показателям технологической, экологической и энергетической эффективности российские газовые компании не уступают ведущим западным нефтегазовым компаниям, а по ряду критериев превосходят их (Lechtenbohmer et al., 2007; Программа инновационного развития, 2011 Патент на изобретение, 2014 и др.). Объемы годовых выбросов CH_4 в газовой отрасли контролируются государственными органами (Росприроднадзор). Коэффициенты, использованные в расчёте выбросов от добычи и подготовки природного газа соответствуют 2 уровню оценки, магистрального транспорта газа – 2 уровню, коэффициент выбросов от производства СПГ – 3 уровню оценки в Руководящих принципах МГЭИК.

Результаты оценки выбросов

Для Сахалинской области в 2023 году фугитивные выбросы парниковых газов от газового сектора составили 499 397,62 т. CO_2 -экв. Как видно из рисунка 2.10, источниками выбросов CO_2 являются утечки при операциях по добыче, подготовке природного газа, его транспортировке и хранении вместе с ПНГ, а также утечки при производстве СПГ и газораспределении природного и попутного нефтяного газов. В среднем, за весь период



наибольший вклад в совокупный выброс диоксида углерода дает газораспределение – 78,38%. Вклады остальных операций составляют суммарно не более 22% от совокупного выброса, что обусловлено низким содержанием CO₂ в составе добываемого природного газа согласно данным отчётности ЮЛ и ИП. (рисунок 2.10).

Профиль выбросов метана в газовом секторе определяется транспортом подготовленного газа (включая объёмы ПНГ) по магистральным трубопроводам и его последующим газораспределением: доли этих операций составляют 26% и 47,77% соответственно (рисунок 2.11). Вклады операций по разведке, добыче и подготовке, и хранению природного газа, а также утечек при производстве СПГ вносят менее заметный вклад и составляют соответственно 1%, 19,49%, 2,4%, и 1,78% соответственно от суммарной эмиссии метана от операций с природным газом.

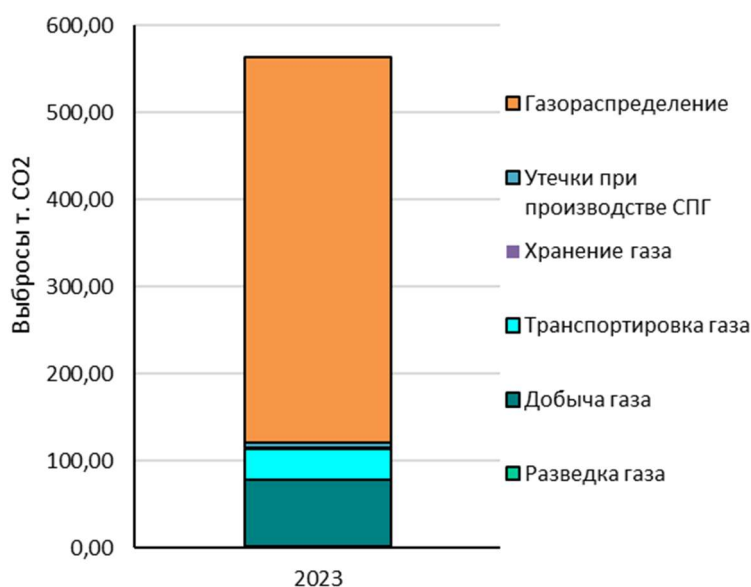


Рисунок 2.10 – Выбросы CO₂ при операциях с природным газом

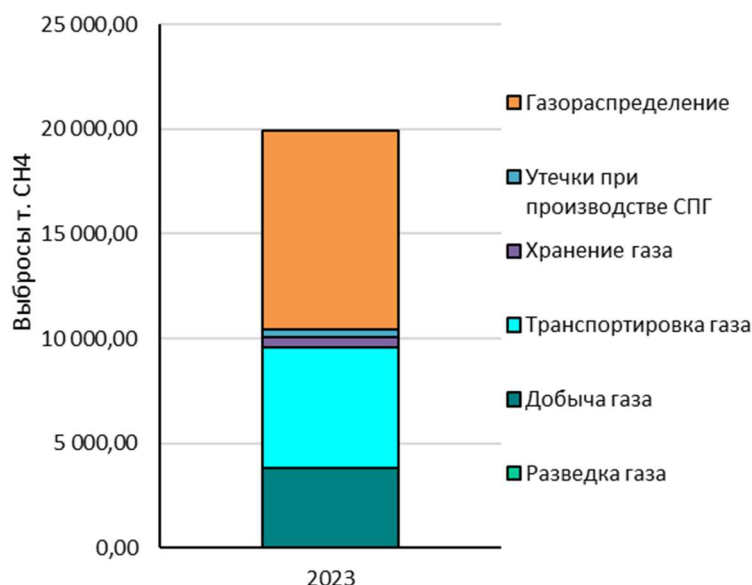


Рисунок 2.11 – Выбросы СН₄ при операциях с природным газом

Из-за отсутствия информации за отчётный год, выбросы от неконтролируемых утечек при производстве СПГ были рассчитаны с использованием данных предыдущего года.

2.3.5 Выбросы от продувок и сжигания в факелах

Исходные данные и методические подходы

В данном разделе рассмотрены выбросы метана, диоксида углерода и оксида диазота от технологических продувок при добыче и подготовке нефти и газового конденсата, сжигания попутного нефтяного и природного газа на факельных установках на объектах их добычи и подготовки; а также удаления кислых газов и факельного сжигания при производстве СПГ.

Согласно требованиям Методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации и методологических руководств МГЭИК, допустимо применять различные методологические уровни для различных категорий и подкатегорий, и, возможно, даже включать фактические данные измерений выбросов или результаты мониторинга для некоторых более крупных источников, при условии, что достоверность результатов измерений подтверждена документально. Такой подход нацелен на улучшение достоверности оценок для источников выбросов, характеризующихся наибольшей неопределенностью (МПП №15-р, 2015; МГЭИК, 2006).



Расчеты выбросов от продувок и сжигания для газового сектора выполняли на основе формулы 4.2.1 (глава 4, том 2, МГЭИК, 2006) и данных о деятельности, представленных в таблице 2.13 с использованием коэффициентов выбросов третьего уровня от факельного сжигания природного газа. Коэффициенты выбросов третьего уровня выражают массу выбросов метана и диоксида углерода на объем данных о деятельности по факельному сжиганию природного газа и получены на основе корпоративных данных ООО «Сахалинская Энергия» и ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск». Оценку выбросов от удаления кислых газов и факельного сжигания при производстве СПГ проводили на основе данных компании ООО «Сахалинская энергия» об удельных выбросах парниковых газов по каждому источнику выбросов на различных стадиях производства СПГ. Таким образом, оценка выбросов от факельного сжигания природного газа, и удаления кислых газов при производстве СПГ проводилась по 3-му уровню. Следует отметить, что в ежегодной форме отчётности не были приведены объёмы удаления кислого газа, в связи с чем был проведён расчёт с использованием значений предыдущего года, однако данная оценка выбросов обладает высокой степенью неопределённости.

Данные о деятельности в нефтяной отрасли были получены с большой степенью детализации, включая объёмы сжигания попутного нефтяного газа. Оценку выбросов производили на основе формулы 4.2.1 (глава 4, том 2, МГЭИК, 2006) уровня 1 и данных о деятельности, представленных в таблице 1.14. Расчет выбросов метана и оксида азота при сжигании попутного нефтяного газа выполняли на основе формулы 4.2.1 (глава 4, том 2, МГЭИК, 2006). Данные о деятельности для оценок выбросов от сжигания попутного нефтяного газа представлены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Показатели деятельности нефтяной отрасли Сахалинского региона

Год	Объем попутного нефтяного газа, сжигаемого в факелах, млн. м ³
2023	75,1 ⁽¹⁾

Примечание - ⁽¹⁾ Данные предоставлены Сахалинстатом

В таблице 2.16 приведены коэффициенты эмиссии, использованные для расчета выбросов от газоотведения и сжигания при операциях с нефтью и природным газом. Оценку эмиссий от нефтяного сектора проводили с использованием коэффициентов эмиссии от продувок при добыче и подготовке нефти и газового конденсата и сжигания ПНГ, рекомендуемых для развитых стран (МГЭИК, 2006). Выбросы от продувок при добыче, подготовке и магистральном транспорте природного газа включены в коэффициенты, приведённые в таблице 2.15. Выбросы метана и диоксида углерода от факельного сжигания природного газа рассчитаны с использованием коэффициентов выбросов 3 уровня, разработанных по данным ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск» и ООО



«Сахалинская Энергия». Эмиссии от удаления кислых газов и факельного сжигания при производстве СПГ оценены с использованием коэффициентов выбросов третьего уровня, полученных по данным компании ООО «Сахалинская энергия».

Таблица 2.16 – Коэффициенты эмиссии, использованные для расчета выбросов от газоотведения и сжигания при операциях с нефтью и природным газом

Вид деятельности	Коэффициент эмиссии CO ₂	Коэффициент эмиссии CH ₄	Коэффициент эмиссии N ₂ O
Газоотведение при добыче нефти и газового конденсата	$9,5 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-1} \text{ т} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	–
Газоотведение при добыче и подготовке природного газа	Учтено при других расчетах		–
Газоотведение при транспорте природного газа	Учтено при других расчетах		–
Факельное сжигание природного газа	$2,04 \cdot 10^3 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$2,13 \cdot 10^1 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$2,3 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$
Сжигание в факелах нефтяного попутного газа	$2,0 \cdot 10^3 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,2 \cdot 10^1 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Удаление кислых газов при производстве СПГ	$1,98 \cdot 10^3 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$4,55 \cdot 10^{-1} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	
Продувки кислого газа через свечи при производстве СПГ	$1,75 \cdot 10^0 \text{ т} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3(1)}$	$1,29 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3(1)}$	
Сжигание топливного газа при удалении кислого газа при производстве СПГ	$1,8 \cdot 10^3 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$2,2 \cdot 10^1 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$2,3 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Факельное сжигание при производстве СПГ	$2,04 \cdot 10^3 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$2,15 \cdot 10^1 \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$	$2,3 \cdot 10^{-2} \text{ т} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3(1)}$

⁽¹⁾ Коэффициент эмиссии третьего уровня, полученный по данным ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск» и ООО «Сахалинская Энергия»

Расчеты выбросов парниковых газов от операций с нефтью выполняли с использованием коэффициентов эмиссии, рекомендуемых для развитых стран, так как основными компаниями, осуществляющими деятельность по добыче нефти и газа в Сахалинском регионе, являются высоко технологически развитые компании «Эксон нефтегаз лимитед»² и ООО «Сахалинская Энергия»³. Оценку выбросов от операций с природным газом также производили с применением коэффициентов для развитых стран.

Результаты оценки выбросов

Для Сахалинской области в 2023 году фугитивные выбросы парниковых газов от продувок и сжигания в факелах составили 738 728,06 т. CO₂-экв. Как видно из рисунка 2.12, удаление кислого газа является одним из основных источников выбросов CO₂ от газоотведения и при сжигании в факелах. Доля его эмиссии составляет 36,88%. Вклад в

² <https://www.sakhalin-1.com/-/media/Sakhalin/Files/Environment-and-safety/Environmental-Reports-and-Documentation/RUS/RUS-2019-Report-of-Environmental-Protection-Activities.pdf>

³ http://www.sakhalinenergy.ru/upload/iblock/10f/GRI-2019_RUSSIAN_FINAL.pdf



эмиссию от факельного сжигания попутного нефтяного газа и факельного сжигания при производстве СПГ составляет 32% и 18,5% соответственно. Факельное сжигание природного газа при добыче составило 12,1% совокупного выброса.

Основной вклад в эмиссию метана от рассматриваемой категории вносит газоотведение при добыче нефти и газового конденсата: доля этого источника составляет 77,7%. Сжигание ПНГ составляет 8,2% общего выброса CH_4 . Доля сжигания природного газа составила 5,4% (рисунок 2.13). Объем эмиссии оксида азота определяет сжигание попутного нефтяного газа – его вклад составил 51,8%, вклад факельного сжигания природного газа при добыче и подготовке составил 19,1%, вклад факельного сжигания при производстве СПГ составил 28,9% (рисунок 2.14).

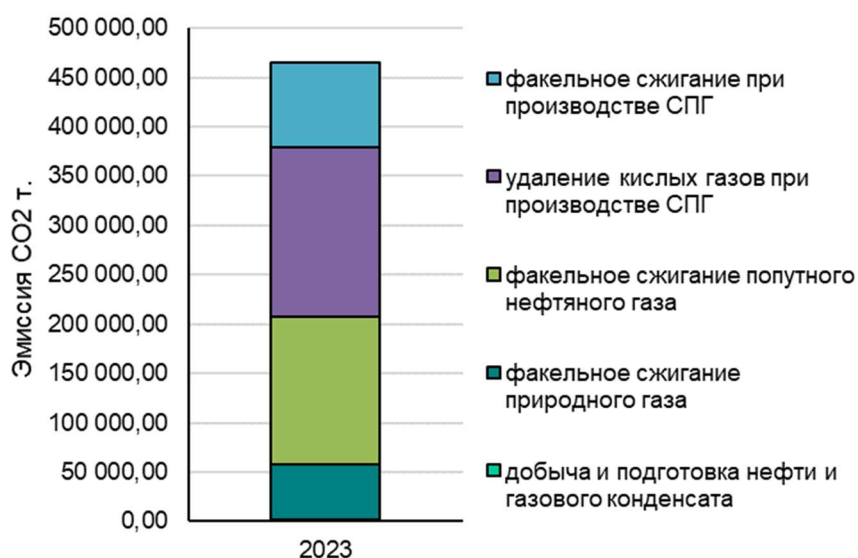


Рисунок 2.12 – Выбросы CO₂ от газоотведения и при сжигании в факелах

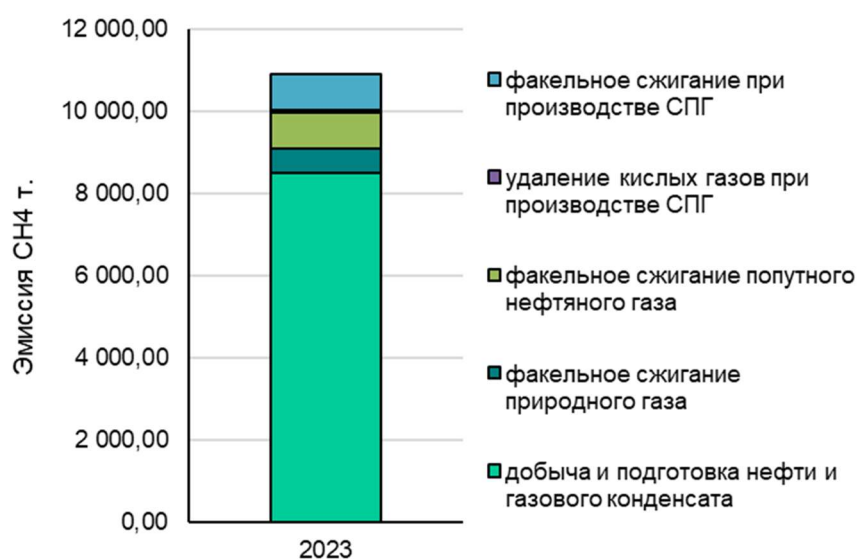


Рисунок 2.13 – Выбросы CH₄ от газоотведения и при сжигании в факелах

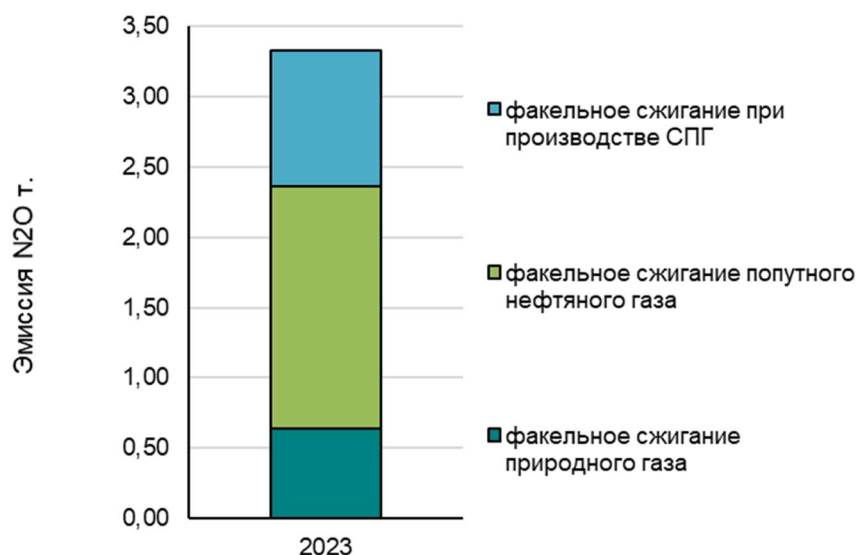


Рисунок 2.14 – Выбросы N₂O при сжигании в факелах

В 2023 г. инвентаризация выбросов парниковых газов от сектора Летучие выбросы выполнялась на основе требований Методических рекомендаций Минприроды России, методологических руководств МГЭИК и IPCC Refinements 2019 г. (МПР №15-р, 2015; МГЭИК, 2006, IPCC Refinements 2019). По многим категориям оценка выбросов парниковых газов проводилась методом комбинирования 1, 2 и 3 уровней, при использовании данных о компонентном составе добываемого углеводородного сырья и других параметрах, полученных от ЮЛ и ИП.

2.3.6 Неопределенности оценок выбросов

Национальные коэффициенты эмиссии метана от открытой добычи угля были определены на основе данных о выбросах из шахт и разрезов, эксплуатировавшихся в Российской Федерации с 1990 по 2005 гг. включительно и на основе производственных данных ООО «СУР» за 2005-2022 г. Выбранные периоды времени адекватно отражают организационно-структурные и технологические изменения, происшедшие в угольной отрасли. Самое высокое из полученных значений неопределенности было 2,7%. Стандартная ошибка определения коэффициентов эмиссии составила $\pm 0,8$, а их неопределенность – 21,6%. Количественная оценка неопределенности выбросов метана от угледобычи выполнялась по методу уровня 1 при доверительном интервале 95% (МГЭИК, 2006). Рассчитанная величина общей неопределенности выбросов от добычи угля в Сахалинском регионе в 2023 г. составила 160,7%.



Комплексная количественная оценка неопределенности величин выбросов парниковых газов в нефтегазовой отрасли затруднительна из-за сложной структуры отрасли. Диапазоны возможных ошибок коэффициентов эмиссии взяты из Руководящих принципов МГЭИК (МПР №15-р 2015; МГЭИК, 2006). Если ошибка представляла собой несимметричный относительно нуля диапазон, то делалось допущение о том, что значения на интервале распределены нормально, после чего вычислялось среднее значение ошибки на интервале. Вычисленные ошибки коэффициентов эмиссии колебались в диапазоне от 1% до 495%. В настоящем расчете величина ошибки была принята равной 195%.

Оценки выбросов при газоотведении и сжигании в факелах достаточно надежны, если известны фактические объемы отведенных и сожженных газов (МГЭИК, 2006). В настоящее время для всего региона известны объемы факельного сжигания попутного нефтяного и природного газа. Оценки других выбросов, для которых нет достаточных данных для разработки и применения национальных параметров, выполняли при помощи рекомендованных МГЭИК коэффициентов, ошибка определения которых может составлять порядок величины или более (МПР №15-р, 2015; МГЭИК, 2006). Неопределенность разработанных национальных коэффициентов эмиссии составила 50% для значений полученных по данным публикаций (Уварова и др., 2017) и 18% для значений, полученных по корпоративным данным о выбросах метана и диоксида углерода на газотранспортных объектах. Оценка неопределённостей коэффициентов эмиссии, полученных по данным предприятий составила 0,5%. Наименее надежны оценки выбросов оксида азота из-за сложного механизма его образования (Hayhurst and Lawrence, 1992). Однако, вклад N_2O в совокупный выброс незначителен. Величины неопределенностей параметров расчета по уровню 2 в газовом секторе ассоциируются, главным образом, с неопределённостью состава природного газа.

Для оценки неопределенности величин данных о деятельности, было принято значение неопределённости 5%, применяемое к данным Росстата в национальном докладе о кадастре (НДК, 2022).

Количественная оценка неопределенности выбросов парниковых газов от операций с нефтью и природным газом выполнялась по уровню 1 на основе приведенных выше величин неопределенностей данных о деятельности и параметров при доверительном интервале 95 % (МПР №15-р, 2015; МГЭИК, 2006). Неопределённость оценки выбросов от нефтегазовой отрасли составила 46,8%.

Неопределённость выбросов парниковых газов от сектора Летучих выбросы рассчитывалась также по уровню 1, при доверительном интервале 95 % (МПР №15-р, 2015; МГЭИК, 2006). Выполненные расчеты показывают, что общая неопределенность оценок



летучих выбросов в 2023 г. составляет 49,7%. Наибольший вклад в неопределенность дают выбросы метана от газораспределения и выбросы метана от последующих операций с углём, добытым открытым способом за счет большого объёма операционной деятельности по газораспределению и использованием коэффициента выбросов метана от последующих операций при добыче угля открытым способом, обладающим большим значением неопределённости.

2.3.7 Усовершенствования и пересчеты

В кадастре этого года уточнены данные о производстве природного газа, принятого в расчете за 2022 год для оценки утечек при добыче. Использованное значение за 2022 год значительно выбивалось из временного ряда за 2019-2023 годы: 2019 г - 18174 млн.м³, 2020 -19018 млн.м³, 2021 - 17690 млн.м³, 2022- 27330 млн.м³, 2023 -17937млн.м³. При проверке было обнаружено, что в 2022 году было принято значение произведено всего Исправлено значение, которое ошибочно было принято в 2022 году как «газ природный и попутный», вместо «газ природный». Утечки при добыче газа попутного уже включены в расчеты при оценке утечек от добычи нефти, поэтому их учет в при добыче угля приводит к двойному счету. В результате внесенных уточнений выбросы от операций с нефтью и газом (категория 1B2) в 2022 году составили 1 млн 231 тыс.т CO₂-экв, что на 41 тыс.т CO₂-экв меньше, чем приведено в Кадастре за 2022 год.



ГЛАВА 3. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ»

Основные источники выбросов сектора связаны с использованием различной продукции, такой как смазочные материалы и парафины, бытовое и промышленное применение систем охлаждения и кондиционирования воздуха, вспененных материалов, аэрозольных баллонов, систем противопожарной защиты, систем электрооборудования с газовой изоляцией (гексафторид серы).

Выбросы от сектора «Промышленные процессы и использование продукции» относительно не велики и составили в 2023 году 90,6 тыс. тонн CO₂-экв. Основным источником выбросов в секторе - использование гидрофторуглеродов в холодильной технике и технике для кондиционирования воздуха (доля источника 78,8% от суммарных выбросов в промышленном секторе). Следующий по величине источник выбросов - использование смазочных материалов и парафинов (11,9%).

3.1 Обзор по сектору

В секторе «Промышленные процессы и использование продукции» были оценены следующие источники выбросов:

1. выбросы CO₂ от использования неэнергетических продуктов из топлива (смазочных материалов и парафинов);
2. выбросы ГФУ и ПФУ от использования их в качестве заменителей озоноразрушающих веществ в холодильной технике и технике для кондиционирования воздуха, во вспененных материалах, для противопожарной защиты, в аэрозолях и дозированных ингаляторах для лечения бронхиальной астмы;
3. выбросы SF₆ от использования элегазового электротехнического герметизированного оборудования;
4. выбросы SF₆ от использования гексафторида серы в ускорителях частиц.

Результаты инвентаризации выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использование продукции» представлены в таблице 3.1. Основным источником выбросов в секторе является использование гидрофторуглеродов в холодильной технике и технике для кондиционирования воздуха. Доля этого источника в 2023 г. составила 78,8% от суммарных выбросов в промышленном секторе. Следующий источник выбросов - использование смазочных материалов и парафинов с долей выбросов 11,9%. Доли выбросов от применения ГФУ в аэрозольных баллонах, ГФУ и ПФУ в



противопожарной защите, гексафторида серы в электротехническом оборудовании и ускорителях частиц, ГФУ во вспененных материалах составили в 2021 г. соответственно 3,2%, 2,9% и 0,7%, 1,2% и 0,7%, 0,5%.

Таблица 3.1 – Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использование продуктов», тонны CO₂ эквивалента

Наименование категории выбросов	Парниковый газ	2023
Использование смазочных масел и парафинов	CO ₂	6758,02
Кондиционирование воздуха и охлаждение	ГФУ	74166,67
Использование вспененных материалов	ГФУ	450,77
Противопожарная защита	ГФУ	2484,40
Противопожарная защита	ПФУ	756,79
Использование аэрозолей и дозированных ингаляторов	ГФУ	2480,45
Использование SF ₆ в электрооборудовании	SF ₆	878,44
Использование SF ₆ в ускорителях частиц	SF ₆	2622,00
Итого		90597,53

В 2024 году были проведены работы по уточнению исходных данных за временной ряд 2019-2023 гг. В связи с уточнением и перерасчетом используемых исходных данных Росстатом и в ряде категорий национального кадастра (НДК, 2024) были выполнены перерасчеты выбросов от сектора за весь временной ряд. Подробнее о результатах данной работы см. раздел 3.3.

На рисунке 3.1 представлено распределение выбросов от промышленного сектора по парниковым газам. Основными парниковыми газами в секторе являются гидрофторуглероды. Их доля составила в 2023 г. 87,8%. За ними следуют диоксид углерода и гексафторид серы с долями 7,4% и 3,9% соответственно. Доля перфторуглеродов (ПФУ) незначительна и составляет 0,8%.

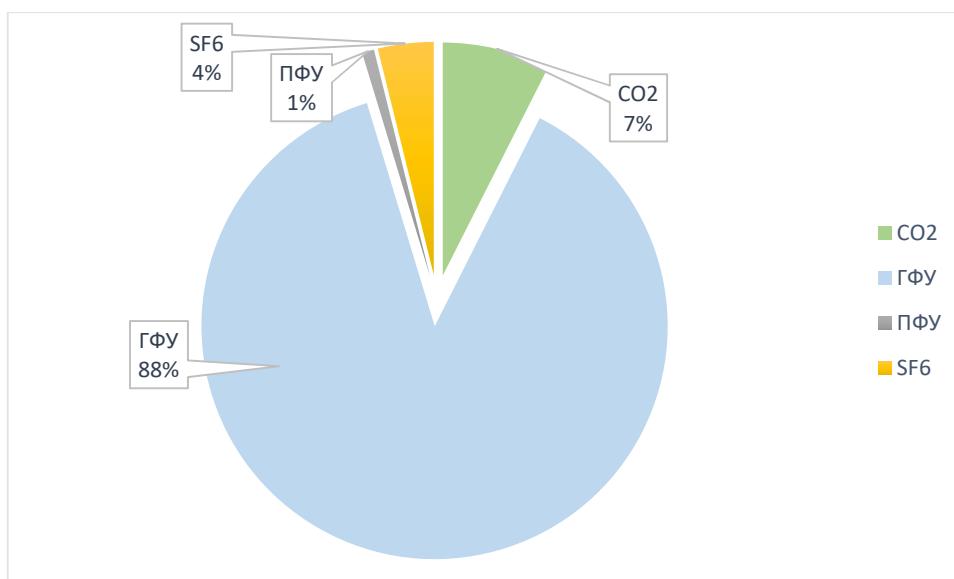




Рисунок 3.1 – Распределение выбросов от сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» по парниковым газам

3.2 Методологические вопросы

2.D Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива

2.D.1 *Использование смазочных материалов.* Оценка выбросов CO₂ от использования смазочных материалов выполнялась в соответствии с Методическими рекомендациями Минприроды России (МПР №15-р, 2015). Расчеты проводились по формуле 5.2 (МПР №15-р, 2015) с использованием коэффициента перевода в ТДж (40,2 ТДж/тыс. тонн), значения углеродного содержания (20 т/ТДж) и коэффициента окисления при использовании (ОПИ) (0,2) по умолчанию (МПР №15-р, 2015). Предполагалось, что потребление смазочных материалов в Сахалинской области пропорционально доле транспорта Сахалинской области в общем количестве транспортных средств в России. Данные об объемах использования смазочных материалов в России, количестве транспортных средств, стоящих на учете в ГИБДД Сахалинской области, и в России в целом, а также результаты выполненной оценки представлены в таблице 3.2.

2.D.2 *Использование парафинов.* Региональной статистикой потребление парафинов в области не учитывается. Оценка объемов использования парафинов выполнялась на основе данных национального кадастра выбросов парниковых газов (НДК, 2024) с учетом доли населения, проживающего в регионе (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Исходные данные, использованные для расчета выбросов от использования неэнергетических продуктов из топлива (категория 2.D)

Показатель	Единицы измерения	2023
Использование нефтяных смазочных масел в России	тонн	3255215,5
Национальные выбросы CO ₂ от использования парафинов	тыс.т CO ₂	135,9
Количество транспортных средств в России	шт.	65707818
Количество транспортных средств в СО	шт.	216771
Численность населения России	тыс. чел.	146299,106
Численность населения СахО	тыс. чел.	459,063
Использование нефтяных смазочных масел в СахО (оценка)	тонн	10739,0

2.F Использование заменителей озоноразрушающих веществ

Объемы выбросов гидрофторуглеродов и перфторуглеродов в мире не столь велики по сравнению с диоксидом углерода и метаном, но их влияние на климат может быть значительным, так как они характеризуются очень высокими значениями потенциалов



глобального потепления (сотни – десятки тысяч единиц) (таблица 3.3). Кроме того, в настоящее время наблюдается быстрый рост их потребления и выбросов в атмосферу (более 10% в год).

2.F.1 Кондиционирование воздуха и охлаждение. Оценка выбросов ГФУ от холодильной техники и техники для кондиционирования воздуха выполнялась по методикам уровня 1 и 2 в зависимости от наличия исходных данных для расчета.

Выбросы ГФУ от стационарного кондиционирования воздуха, бытовых холодильников и морозильников, автономного коммерческого и промышленного охлаждения оценивались по методике уровня 1 (уравнение 7.1, МПР №15-р) в связи с отсутствием региональных данных о деятельности. Предполагалось, что доля Сахалинской области в выбросах ГФУ от этих источников соответствует доле Сахалинской области в численности населения Российской Федерации. Данные российского национального кадастра (НДК, 2024), использованные для оценки региональных выбросов приводятся в таблице 3.3.

По методике второго уровня оценивались выбросы от использования ГФУ-134а в автомобильных кондиционерах. В расчетах использовался коэффициент ежегодных выбросов по умолчанию, равный 15% от банка ГФУ-134а в легковых автомобилях (МГЭИК, 2006). Доля заряда, оставшаяся в кондиционере к моменту списания автомобиля, принята по умолчанию - 50% (МПР № 15-р, МГЭИК, 2006). Среднее значение заправки автомобильного кондиционера по данным национального кадастра (НДК, 2024) – 0,9 кг.

Банк ГФУ-134а в автомобильных кондиционерах рассчитывался на основе данных ГИБДД Сахалинской области о количестве легковых автомобилей, состоящих на учете и данных о возрастной структуре автомобильного парка. Доля автомобилей с кондиционером в России оценивалась на основе информации, представленной в национальном кадастре выбросов парниковых газов. Количество автомобилей, списанных в 2023 г., оценивалось на основе данных ГИБДД, как общее количество автомобилей, стоящих на учете в 2022 г. плюс количество автомобилей возрастом менее года в 2023 г. минус общее количество автомобилей, стоящих на учете в 2023 г. Исходные данные и выполненные оценки представлены в таблице 3.4.



Таблица 3.3 – Данные российского национального кадастра, использованные для оценки выбросов заменителей озоноразрушающих веществ в Сахалинской области в 2023 г., тонны

Источник выбросов	Парниковые газы							
	ГФУ-32	ГФУ-125	ГФУ-134а	ГФУ-143а	ГФУ-152а	ГФУ-227еа	ГФУ-365mfc	ПФУ-318с
Потенциалы глобального потепления	675	3500	1430	4470	124	3220	794	10300
Выбросы от бытовых холодильников и морозильников	-	-	152,34	-	-	-	-	-
Выбросы от стационарного кондиционирования воздуха	1105,46	1109,88	262,86	-	-	-	-	-
Выбросы от автономных коммерческих холодильников	3,996	45,05	67,19	44,22	-	-	-	-
Выбросы от промышленных холодильных установок с выносным холодом	59,26	1065,6	172,11	1185,28	-	-	-	-
Выбросы от использования вспененных материалов	-	-	70,11	-	-	2,94	42,74	-
Выбросы от противопожарной защиты	-	180,74	-	-	-	49,43	-	23,42
Выбросы от использования аэрозолей	-	-	9,6	-	-	119,02	-	-

Таблица 3.4 – Исходные данные для расчета выбросов ГФУ-134а от автомобильных кондиционеров

Показатель	Единицы измерения	2022	2023	Доля автомобилей с кондиционером
Всего на учете легковых автомобилей	шт	172982	174236	
с года выпуска, которых прошло до 1 года включительно	шт	8666	8945	96%
с года выпуска, которых прошло от 1 до 3 лет включительно	шт	8070	8348	96%
с года выпуска, которых прошло от 3 до 5 лет включительно	шт	17695	19903	91%
с года выпуска, которых прошло от 5 до 10 лет включительно	шт	33613	36171	87%
с года выпуска, которых прошло от 10 до 15 лет включительно	шт	27509	27848	72%
с года выпуска, которых прошло свыше 15 лет включительно	шт	77429	73021	55%
Списано автомобилей (оценка)	шт		7691	55%
Банк ГФУ-134а в легковых автомобилях Сахалинской области	кг		113754,5	

2.F.2 Пенообразователи. Оценка выбросов ГФУ от использования вспененных пластиков выполнялась по методике первого уровня (уравнение 7.1, МПР № 15-р) как доля национальных выбросов от этого источника в связи с отсутствием региональных данных о деятельности. Соответствующая информация из национального кадастра представлена в таблице 3.3.



2.F.3 Противопожарная защита. Оценка выбросов ГФУ и ПФУ от использования затопляющих систем противопожарной защиты выполнялась по методике первого уровня (уравнение 7.1, МПР № 15-р) как доля национальных выбросов от этого источника в связи с отсутствием региональных данных о деятельности. Соответствующая информация из национального кадастра представлена в таблице 3.3.

2.F.4 Аэрозоли Выбросы ГФУ-134а, и ГФУ-227еа от использования этих гидрофторуглеродов в аэрозольных упаковках в качестве пропеллентов оценивались по методике первого уровня (уравнение 7.1, МПР № 15-р) как доля национальных выбросов в связи с отсутствием региональных данных о деятельности. Соответствующая информация из национального кадастра представлена в таблице 3.3.

Кроме того, ГФУ-134а используется в медицинских дозированных ингаляторах для предотвращения приступов бронхиальной астмы.

Выбросы ГФУ-134а от использования дозированных ингаляторов больными бронхиальной астмой оценивались по методике второго уровня. В 2023 году в виду отсутствия ответа на запрос о количестве больных бронхиальной астмой на территории Сахалинской области, были выполнены собственные оценки и восстановление пропусков данных на основе предоставленных ранее (2019 и 2021 года) данных и учете косвенных показателей статистики по населению и заболеванию на уровне региона и РФ. По назначению врача больные используют 1 дозированный ингалятор объемом 10 мл в месяц. Такой дозированный ингалятор содержит 15 г ГФУ-134а (НДК, 2024).

2.G Производство и использование других продуктов.

2.G.1 Использование гексафторида серы в электрооборудовании. Оценка выбросов выполнялась для фазы эксплуатации оборудования и осуществлялась по методике уровня 1 (МПР № 15-р) с использованием коэффициента выбросов по умолчанию для герметизированного оборудования, равного 0,005 от установленной паспортной емкости элегазового электротехнического оборудования.

Данные об общем содержании гексафторида серы в электротехническом оборудовании предоставлены ПАО «Сахалинэнерго» (см. таблицу 3.5).

Таблица 3.5 – Исходные данные для расчета выбросов парниковых газов от использования гексафторида серы в электротехническом оборудовании и ускорителях частиц

Показатель	Единицы измерения	2023
Количество элегазового электротехнического оборудования на объектах электрогенерации, высоковольтных и низковольтных сетях (данные ПАО Сахалинэнерго)	шт	84



Показатель	Единицы измерения	2023
Общее содержание (паспортная емкость) гексафторида серы в электротехническом оборудовании	кг	7705,6
Количество медицинских ускорителей*	шт	2
Количество гексафторида серы, использованное заправки 1 медицинского ускорителя (содержание SF ₆ в ускорителе)*	кг	6
Количество промышленных ускорителей**	шт	1
Коэффициент заряда SF ₆ в ускорителе**	кг	1300

* - данные Министерства здравоохранения Сахалинской области за 2021 г. Предполагается, что количество ускорителей не изменилось с 2021 г.

** - данные Управления Роспотребнадзора по Сахалинской области, предоставленные в 2024 г.

2.G.2b Использование гексафторида серы в ускорителях частиц. Оценка выбросов от использования SF₆ в ускорителях была выполнена для использования гексафторида серы в медицинских и промышленных ускорителях частиц.

Оценка выбросов от использования SF₆ в медицинских ускорителях выполнена по методике уровня 2 (МПП № 15-р) с использованием коэффициента выбросов для медицинских (радиотерапевтических) ускорителей частиц, равного 2,0 кг/кг. По данным Министерства здравоохранения Сахалинской области на территории Сахалинской области имеется 2 медицинских ускорителя заряженных частиц (данные за 2021 г.). Среднее содержание SF₆ для каждого ускорителя составляло 6 кг.

Оценка выбросов от использования SF₆ в промышленных ускорителях выполнена по методике уровня 1 (МПП № 15-р). В связи с отсутствием конкретизирующих данных с целью соблюдения принципа консервативности, предполагалось, что это высоковольтный промышленный ускоритель.

3.3 Усовершенствования и пересчеты

В 2024 году была выполнена работа по актуализации исходных данных о деятельности для сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» в связи с обновлением рядов данных в национальном кадастре (для зависимых от этих данных категорий) и данных, предоставляемых Росстатом.

Результаты перерасчетов за 2019-2023 годы и инвентаризация выбросов парниковых газов за 2023 год от сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» приведены в таблице 3.6.

В результате актуализации исходных данных обновлена информация по исходным данным:

- Министерство Управления Роспотребнадзора по Сахалинской области передало сведения об учете в области 1 промышленного ускорителя. Поскольку ранее подобные



сведения не направлялись, расчет выбросов от данного источника выполнен впервые, пересчет за 2019-2022 гг. не выполнялся.

- Вышел национальный Кадастр выбросов парниковых газов (НДК, 2024), согласно которому были выполнены пересчеты для подкатегорий категорий Неэнергетическая продукция, связанная с использованием топлива и растворителей (2D) и Использование продукции, заменяющей озоноразрушающие вещества (2F).

- Росстат обновил данные о численности постоянного населения в среднем за год по стране и отдельным субъектам РФ за 2019-2022 гг.

Данные сведения привели к тому, что в секторе «Промышленные процессы и использование продуктов» выполнен пересчет и обновление данных по всему временному ряду.

3.4 Неопределенности оценок выбросов

Неопределённость выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использование продукции» рассчитывалась по 1 уровню, при доверительном интервале 95 % (МПП №15-р, 2015; МГЭИК, 2006). Общая неопределенность оценки выбросов для сектора в 2023 году составила 21,9%.

Для категории «Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива» неопределенность оценки выбросов CO₂ от использования смазочных материалов и парафинов полностью определяется неопределенностью коэффициента ОПИ и составляет 100%.

Неопределенности данных о деятельности и коэффициентов выбросов ГФУ и ПФУ от использования их в качестве заменителей озоноразрушающих веществ в холодильной технике и технике для кондиционирования воздуха, во вспененных материалах, для противопожарной защиты и в аэрозолях зависят от соответствующих неопределенностей в национальном кадастре (НДК, 2024). Соответственно, неопределенность данных о деятельности для категории «Кондиционирование воздуха и охлаждение» составила 3%, и 10 % для категорий «Пенообразователи», «Противопожарная защита», «Аэрозоли».

В свою очередь, неопределенности коэффициентов выбросов для этих же категорий получились равными 25% и 50%.

Для категории «Использование SF₆ в электрооборудовании» были определены значения неопределенности данных о производственной деятельности 10% и неопределенности коэффициентов выбросов от эксплуатации герметизированного электрооборудования 20% (МПП №15-р, 2015).



Таблица 3.6 - Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использование продуктов», 2019-2023 гг., тонны CO₂ эквивалента

Наименование категории выбросов	Парниковый газ	2019	2020	2021	2022	2023
		тонн CO ₂ экв				
Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива	CO ₂	9059,62	10247,74	8424,65	6839,22	6758,02
Кондиционирование воздуха и охлаждение	ГФУ	59841,86286	63689,15413	69162,85622	74591,85594	74166,67
Пенообразователи	ГФУ	404,10	426,37	435,99	453,62	450,77
Противопожарная защита	ГФУ	2198,81	2344,08	2411,04	2500,09	2484,40
Противопожарная защита	ПФУ	533,7375379	625,981192	748,4827182	761,5667041	756,79
Аэрозоли	ГФУ	2426,02882	2516,450164	2371,23056	2499,639413	2480,45
Использование SF ₆ в электрооборудовании	SF ₆	907,86	885,13	885,65	885,65	878,44
Использование SF ₆ в ускорителях частиц	SF ₆	547,2	547,2	547,2	547,2	2622,00
Итого по сектору		75919,23	81282,11	84987,10	89078,85	90597,53

В категории «Использование SF₆ в ускорителях частиц» были использованы для оценки значения неопределенности данных о деятельности – 30%, неопределенности коэффициентов выбросов – 50%.

Результаты оценки неопределенности для сектора «Промышленные процессы и использование продукции» и его категорий приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7. – Оценки неопределенности в секторе «Промышленные процессы и использование продуктов», 2021 г.

Наименование категории выбросов	Парниковый газ	Объединенная неопределенность
2.D Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива	CO ₂	100%
2.F Использование заменителей озоноразрушающих веществ		
Кондиционирование воздуха и охлаждение	ГФУ	25%
Пенообразователи	ГФУ	51%
Противопожарная защита	ГФУ	51%
Противопожарная защита	ПФУ	51%
Аэрозоли	ГФУ	51%
2.G Производство и использование других продуктов		
Использование SF ₆ в электрооборудовании	SF ₆	22%
Использование SF ₆ в ускорителях частиц	SF ₆	58%
Итого по сектору		21,9%

Аналогичным образом были пересчитаны неопределенности для 2019-2023 годов. Итоговые значения неопределенности по сектору составили: 23,00% (2019 г.), 23,25% (2020 г.), 22,62% (2021 г.), 22,39% (2022 г.) и 21,93% (2023 г.).



ГЛАВА 4. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»

4.1 Обзор сектора

В 2023 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Сахалинской области составили 186,50 тыс. т CO₂ - экв. Выбросы метана в 2023 году составили 41,07 % (76,44 тыс. т CO₂ – экв.) от общих выбросов в аграрном секторе Сахалинской области, закиси азота – 58,9% (109,69 тыс. т CO₂ – экв.), CO₂ – 0,20 % (0,37 тыс. т CO₂ – экв.). Основными факторами, оказывающими влияние на объем выбросов парниковых газов, являются поголовья скота в сельскохозяйственных организациях, урожайность сельскохозяйственных культур.

Подробное рассмотрение выбросов CH₄, N₂O и CO₂, и методология их оценки в аграрном секторе Сахалинской области выполнено для следующих источников:

- внутренняя ферментация домашних животных;
- системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета;
- прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель;
- косвенный выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель;
- выбросы CO₂ при известковании;

Результаты инвентаризации выбросов парниковых газов в секторе «Сельское хозяйство» приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве по источникам (тыс. т CO₂-экв.)

Годы	Источники							Всего*
	Внутренняя ферментация, CH ₄	Системы сбора и хранения навоза			Почвы		Выбросы CO ₂ при известковании	
		CH ₄	Прямой выброс, N ₂ O	Косвенный выброс, N ₂ O	Прямой выброс, N ₂ O	Косвенный выброс, N ₂ O		
2023	70,21	6,24	4,86	3,76	96,89	4,18	0,37	186,50



4.2 Выбросы при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных

Согласно (МГЭИК, 2006) выброс метана производится травоядными животными в качестве побочного продукта внутренней ферментации, пищеварительного процесса, в ходе которого микроорганизмы расщепляют углеводы на простые молекулы для их последующего впитывания в кровоток. Количество высвобождаемого метана зависит от типа пищеварительного тракта, возраста и массы животного, а также качества и количества потребляемого корма. Жвачный скот (например, крупный рогатый скот, овцы) является основным источником метана, кроме того, небольшое количество метана производится нежвачными животными (например, свиньями, лошадьми). Строение кишечника жвачных животных способствует более интенсивной внутренней ферментации потребляемого корма.

Выбросы метана при внутренней ферментации оценивались для следующих видов сельскохозяйственных животных, встречающихся на территории Сахалинской области: крупный рогатый скот, овцы, козы, лошади, свиньи, северные олени. В 2023 году выбросы от внутренней ферментации составили 70,21 тыс. т CO₂-экв.

Методологические вопросы

Исходные данные о поголовье КРС (без коров), молочных коров, суммарное поголовье овец и коз, свиней, северных оленей в 2023 году были предоставлены министерством сельского хозяйства и торговли Сахалинской области⁴. Согласно Методическим рекомендациям Минприроды (МПР №15-р, 2015) для расчета среднегодового поголовья крупного рогатого скота (КРС), коров, свиней, овец и коз были использованы поправочные коэффициенты: для КРС – 1,051, коров – 1,019, свиней – 1,067, овец и коз – 1,091.

Расчеты выбросов метана при внутренней ферментации крупного рогатого скота и свиней оценивались согласно Уровню 1 Методических рекомендаций Минприроды (МПР №15-р, 2015). Для расчета выбросов метана от молочных коров коэффициент эмиссии был скорректирован с учетом производства молока. Согласно данным Росстата в 2023 году производство молока составило 6117 кг/год/голову. Значение национального коэффициента для коров составило 129,67 кг (голову*год). Для всех остальных видов скота использовались коэффициенты по умолчанию.

4.3 Выбросы от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета

⁴ <http://agrotrade.sakhalin.gov.ru>



Согласно (МГЭИК, 2006) разложение навоза в анаэробных условиях (т. е. в отсутствии кислорода) в процессе его хранения или обработки приводит к образованию CH_4 . Условия для этого легче всего создаются тогда, когда значительное количество животных содержится на ограниченной площади (например, молочные, свиноводческие и птицеводческие фермы, а также откормочные площадки для мясных пород скота), и там, где навоз утилизируется в жидкостных системах. Доля выбросов метана от общих выбросов в результате систем сбора и хранения навоза составила 41,98% (6,24 тыс. т CO_2 -экв.).

Прямые выбросы N_2O в процессе хранения навоза имеют место в ходе нитрификации и денитрификации, содержащегося в навозе азота. Нитрификация (окисление аммонийного азота до нитрата азота) является необходимой предпосылкой для выброса N_2O из хранящегося азота и может происходить лишь при достаточном поступлении кислорода. При анаэробных условиях процесс нитрификации не осуществляется. Происходит процесс денитрификации в результате, которого нитриты и нитраты трансформируются в N_2O и молекулярный азот N_2 . Косвенные выбросы происходят в результате потерь летучего азота, главным образом в форме аммиака и NO_x . Простые формы органического азота, такие как мочевина (млекопитающие) и мочевая кислота (домашняя птица), быстро минерализуются до аммонийного азота, который отличается высокой летучестью и легко диффундирует в окружающий воздух.

В 2023 году прямые выбросы N_2O составили 4,86 тыс. т CO_2 -экв. Косвенные выбросы в 2023 году составили 3,76 тыс. т CO_2 -экв.

Методологические вопросы

При расчете выбросов метана от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета используются те же данные о поголовье скота, предоставленные Министерством сельского хозяйства и торговли Сахалинской области. Для расчета среднегодовых популяций коров, другого поголовья КРС, свиней, овец и коз использовались поправочные коэффициенты см. раздел 4. 2. Расчеты выбросов метана от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета оценивались согласно Уровню 1 Методических рекомендаций Минприроды (МПР №15-р, 2015).

Для расчетов прямых и косвенных выбросов закиси азота от систем сбора, хранения и использования навоза использовались коэффициенты согласно Методическим рекомендациям Минприроды, Уровень 1 (МПР №15-р, 2015).

4.4 Прямые и косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель



Суммарные выбросы от сельскохозяйственных земель Сахалинской области за рассматриваемый год составили 101,07 тыс. т CO₂-экв., что соответствует 54,19 % от общих выбросов в аграрном секторе. В 2023 году прямые выбросы от сельскохозяйственных земель Сахалинской области составили 96,89 тыс. т CO₂-экв. Косвенные выбросы в 2023 году составили 4,18 тыс. т CO₂-экв.

Методологические вопросы

Необходимые сведения об общем количестве внесения в сельскохозяйственные земли минеральных азотных удобрений, валовому сбору и посевным площадям культурных растений в 2023 году предоставлены Министерством сельского хозяйства и торговли Сахалинской области. Расчеты прямых и косвенных выбросов от сельскохозяйственных почв были произведены с использованием Методических рекомендаций Минприроды, Уровень 1 (МПП №15-р, 2015).

4.5 Выбросы от известкования

В связи с отсутствием данных по количеству внесенных известьсодержащих удобрений в сельскохозяйственные почвы на территории Сахалинской области было принято, что в 2023 году количество внесенных удобрений аналогично 2022 году и составляет 0,84 тыс. тонн. Суммарные выбросы CO₂ от известкования и внесения мочевины в почвы на территории Сахалинской области в 2023 году составили 0,37 тыс. т CO₂-экв.

Методологические вопросы

Внесение известь – содержащих карбонатов, таких как известняк и доломит, приводит к дополнительной эмиссии углекислого газа на сельскохозяйственных землях. В соответствии с уровнем 1 методики МГЭИК (МГЭИК, 2006), весь углерод внесенных карбонатов теряется в виде CO₂ в год внесения, хотя в действительности это может длиться в течение нескольких лет. Коэффициенты выброса CO₂ составляют 0,12 для известняка и 0,13 для доломитовой муки (МГЭИК, 2006).

4.6 Усовершенствования и пересчеты

В настоящем кадастре были выполнены пересчеты и скорректированы коэффициенты выбросов метана от внутренней ферментации сельскохозяйственных животных и систем сбора и хранения навоза за период с 2019 по 2022 год. Также были выполнены пересчитаны значения выбросов парниковых газов за период с 2019 по 2021 годы в категориях выбросов закиси азота (N₂O) от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета и в



результате поступления навоза в сельскохозяйственные почвы из-за недоучета части видов сельскохозяйственных животных в кадастрах предыдущих лет.

Выполненные пересчеты привели к следующим изменениям оценок выбросов по сравнению с кадастром предыдущего года:

- выбросы CH_4 от внутренней ферментации в 2023 году увеличились на 1,38 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2022 годом и сократились на 6,9 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2019 годом;

- выбросы CH_4 от систем сбора и хранения навоза в 2023 уменьшились на 0,3 тыс. т CO_2 -экв. и на 1,1 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2019 годом;

- выбросы N_2O от систем сбора и хранения навоза в 2023 увеличились на 0,1 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2022 годом и сократились на 0,6 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2019 годом;

- выбросы N_2O от сельскохозяйственных земель увеличились на 11,35 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2022 годом и сократились на 78,89 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2019 годом;

- в целом выбросы в секторе «Сельское хозяйство» в 2023 году увеличились на 12,55 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2022 годом и сократились на 87,45 тыс. т CO_2 -экв. по сравнению с 2019 годом.

В соответствии с планом усовершенствования Регионального кадастра парниковых газов Сахалинской области в сельскохозяйственном секторе предусматривается следующая работа:

- проверка изменений, уточнений и исправлений во всей используемой в расчетах статистической информации. При выявлении изменений – выполнение пересчетов.

4.7 Неопределенности оценок выбросов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных, внесению удобрений, валовому сбору и посевным площадям культурных растений бралась из данных статистической отчетности Сахалинской области, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Неопределенность переводных коэффициентов взята из Методических рекомендаций Минприроды (МПР №15-р, 2015). Для пересчетных коэффициентов и параметров были использованы рекомендованные в методике 95% доверительные интервалы. Оценка неопределенности выбросов парниковых газов по каждой категории и сектору сельского хозяйства в целом выполнена в соответствии с методическими рекомендациями МГЭИК (МГЭИК, 2006). Неопределенность в секторе



сельское хозяйство составила $\pm 59,3\%$ в 2019 г. и $\pm 48,3\%$ в 2023 году. Неопределенность тенденции выбросов составила $\pm 46,4\%$. Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.



ГЛАВА 5. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО» (ЗИЗЛХ)

5.1 Обзор сектора

В разделе приведены исходные данные и результаты расчетов выбросов и поглощения парниковых газов в результате антропогенной деятельности в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ) в 2023 году на территории Сахалинской области. Оценки выполнены для следующих категорий землепользования: лесные земли; возделываемые земли (земли, занятые сельскохозяйственными культурами); сенокосы и пастбища (земли, занятые травяной растительностью); водно-болотные угодья и поселения. Основные резервуары (пулы), изменения в которых сопровождаются выбросами или поглощением парниковых газов включали биомассу (надземный и подземный пулы), мертвое органическое вещество и почву. Результаты расчетов поглощения CO₂ и выбросов парниковых газов по категориям в секторе ЗИЗЛХ за 2023 год на территории Сахалинской области приведены в таблице 5.1. В 2023 году управляемые земли Сахалинской области в секторе ЗИЗЛХ выступали в качестве нетто-поглотителя в количестве -11 289,02 тыс. т CO₂-экв.

Таблица 5.1 – Выбросы и поглощения парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ на территории Сахалинской области в 2023 г., тыс. т CO₂-экв.

Категории земель	Выбросы и поглощения парниковых газов, тыс. т CO ₂ -экв.			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Всего
Лесные земли	-11 980,06	1,64	1,08	-11 977,34
Возделываемые земли	497,27	27,81	IE*	525,08
Сенокосы и пастбища	102,14	10,14	IE*	112,29
Водно-болотные угодья	9,12	0,66	0,11	9,89
Поселения	38,85	0,00	2,11	41,07
Прочие земли	-	-	-	-
Всего	-11 332,68	40,37	3,30	-11 289,02

Примечание: IE – выбросы N₂O от возделываемых земель, сенокосов и пастбищ учитываются в секторе «Сельское хозяйство»

В 2023 году поглощение CO₂ лесами намного превышало выбросы парниковых газов от лесозаготовок и пожаров, т.е. управляемые леса Сахалинской области выступали нетто-поглотителями парниковых газов в объеме 11 977,42 тыс. т CO₂-экв. В 2023 году леса Сахалинской области обеспечили поглощение 12 385,4 тыс. т CO₂, из которых 97,5% приходилось на земли лесного фонда. В 2023 г. выбросы CO₂ от лесозаготовок составили



405,32 тыс. т CO₂, выбросы парниковых газов от пожаров – 2,72 тыс. т CO₂-экв. Незначительный объем выбросов от пожаров связан с небольшими площадями низовых пожаров в этом году, которые не вызывали гибели древостоев.

Выбросы парниковых газов от возделываемых земель и сенокосов и пастбищ Сахалинской области оценены в 525,1 и 112,3 тыс. т CO₂-экв. соответственно. Выбросы от водно-болотных угодий оценены в 9,9 тыс. т CO₂-экв. Выбросы от земель поселений составили 41,1 тыс. т CO₂-экв., в основном они связаны с эмиссиями, которые происходят при переводе лесных земель в земли населенных пунктов. В категории прочих земель выбросы парниковых газов в 2023 году отсутствуют.

Основой для расчетов выбросов и поглощения парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ Сахалинской области являются площади земельных категорий и площади переводов земель из одной категории в другую. Матрица перевода земель из одной категории в другую в 2023 году приведена в таблице 5.2. Она составлена на основе данных по площадям земельных категорий, предоставленных Управлением Росреестра по Сахалинской области, а также по данным Росстата по площадям используемых сельскохозяйственных угодий.

Таблица 5.2 – Площади земельных угодий и изменения в землепользовании Сахалинской области в 2023 г. (в тыс. га)

Земельные угодья		Было на 01.01.2022	Изменение площади земель							Итого изменения	Стало на 01.01.2023	
			Лесные земли		Пахотные угодья (управляемые)	Луговые угодья		Водно-болотные угодья	Поселения			Прочие земли
			Управляемые	Неуправляемые		Управляемые	Неуправляемые					
Лесные земли	Управляемые	6230,0		0,0	0,0				0,0	0,0	6230,0	
	Неуправляемые	376,9	0,0			-4,0		0,0		-3,3	373,6	
Пахотные угодья	Управляемые	38,3	0,0			1,1				1,1	39,4	
Луговые угодья	Управляемые	29,6					0,0			0,0	29,6	
	Неуправляемые	97,7		4,0	-1,1	0,0			-0,6	-2,9	-0,6	97,1
Водно-болотные угодья		875,1							0,0	0,0	875,1	
Поселения		67,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0			0,5	67,9	
Прочие земли		994,4		0,0	0,0	0,0	2,9			2,9	997,3	
Итого земель		8710,1	0,0	3,3	-1,1	0,0	0,6	0,0	-0,5	-2,9	0,0	8710,1



5.2 Лесные земли

5.2.1 Исходные данные и методика расчетов

Исходными данными для расчетов послужили данные Государственного лесного реестра, включающие распределение площадей и запасов насаждений по преобладающим породам и группам возраста, а также фактические данные по объемам лесозаготовок в 2023 году, а также информация о площадях пожарных нарушений за 2023 год по данным регионального органа управления лесным хозяйством (таблицы 5.3-5.7).

Таблица 5.3 – Площади управляемых лесов в 2023 г., учитываемых в кадастре парниковых газов Сахалинской области, по категориям земель, тыс. га

Категории земель	Площадь лесных земель, тыс. га	В том числе покрытых лесной растительностью, тыс. га
Земли лесного фонда	6230,0	5775,6
Земли обороны и безопасности	59,5	55,1
Земли населенных пунктов, на которых расположены леса	7,1	6,5
Земли особо охраняемых природных территорий	99,2	90,8
Земли иных категорий	0,0	0,0
Всего	6395,8	5928,0

Для оценки изменений запасов углерода на территории управляемых лесных земель Сахалинской области используется программа РОБУЛ, разработанная Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (ЦЭПЛ РАН) (Замолодчиков и др., 2011, 2013а, 2013б). Применяемая методика реализует рекомендуемый МГЭИК метод поступлений и потерь, предполагающий вычитание потерь углерода из величин приращения углерода за отчетный период в каждом из углеродных пулов (МГЭИК, 2006). РОБУЛ используется в национальном кадастре парниковых газов и полностью соответствует руководящим указаниям МГЭИК по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (МГЭИК, 2003), а также руководящим принципам МГЭИК для национальных инвентаризаций парниковых газов (МГЭИК, 2006).

Согласно методологическим рекомендациям МГЭИК, информационно-аналитическая оценка запасов и бюджета углерода проводится для следующих пулов: 1) фитомасса древостоя; 2) мертвая древесина (сухостой и валеж); 3) подстилка; 4) органическое вещество почвы.

Оценка запасов и баланс углерода лесов проводится по следующим этапам:



1. Вычисление запаса углерода в пулах древесной биомассы, мертвой древесины, подстилки и органического вещества почв.
2. Расчет ежегодного поглощения углерода пулами.
3. Оценка ежегодных потерь углерода в результате сплошных рубок, деструктивных пожаров и прочих причин гибели древостоев.
4. Расчет ежегодного баланса по пулам (разница между поглощением и потерями углерода).

Оценка изменений запасов углерода в фитомассе

Расчет запасов углерода в фитомассе древостоя осуществляется через приводимые в материалах ГЛР объемные запасы древесины насаждений и конверсионные коэффициенты, представляющие собой отношения запаса углерода фитомассы к запасу стволовой древесины. Конверсионные коэффициенты имеют размерность физической плотности (т С м⁻³) и позволяют рассчитывать фитомассу по определяемому в хозяйственных целях объемному запасу древесины. Для расчетов были использованы уточненные значения конверсионных коэффициентов для разных древесных пород и групп возраста древостоев, опубликованные в работе (Schepaschenko et al., 2018).

Расчет запаса углерода в фитомассе древостоев по группам возраста преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта проводится по уравнению (5.1):

$$CP_{ij} = V_{ij} KP_{ij} \quad (5.1)$$

где CP_{ij} – запас углерода в фитомассе древостоев группы возраста i преобладающей породы j , т С,

V_{ij} – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста i преобладающей породы j , м³ га⁻¹ (по данным ГЛР),

KP_{ij} – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в фитомассе древостоев группы возраста i преобладающей породы j , т С м⁻³ (приведены в таблице 5.4).



Таблица 5.4 – Конверсионные коэффициенты ($t \text{ C m}^{-3}$) для расчета запаса углерода в фитомассе древостоя по объемному запасу древесины лесного насаждения (Schepaschenko et al., 2018)

Преобладающая порода	Группа возраста			
	Молодняки I и II классов возраста	Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Сосна	0,387	0,327	0,317	0,311
Ель	0,475	0,369	0,364	0,370
Пихта	0,374	0,282	0,270	0,270
Лиственница	0,499	0,462	0,458	0,448
Кедр	0,424	0,337	0,331	0,337
Дуб высокоствольный	0,579	0,480	0,481	0,493
Дуб низкоствольный	0,724	0,535	0,501	0,486
Каменная береза	0,795	0,541	0,563	0,636
Прочие твердолиственные	0,583	0,501	0,508	0,520
Береза	0,504	0,423	0,398	0,396
Осина, тополь	0,430	0,364	0,340	0,328
Прочие мягколиственные	0,406	0,363	0,330	0,339
Кедровый стланик	0,700	0,766	0,833	0,999

Завершающим этапом расчета запасов углерода для рассматриваемого пула является суммирование по возрастным группам с получением суммарного значения для данной преобладающей породы, и дальнейшее суммирование по преобладающим породам с получением суммарного значения для рассматриваемого объекта (лесничества, административного района, субъекта Федерации).

Расчет абсорбции углерода пулом фитомассы

Сначала рассчитываются средние на единицу площади значения запасов углерода фитомассы в последовательных возрастных группах (уравнение 5.2). Далее, с использованием информации по временным интервалам пребывания насаждений в данной возрастной группе, оценивается средняя годовая абсорбция углерода пулом фитомассы в данной группе (уравнение 5.3). Суммарное значение абсорбции углерода пулом фитомассы в данной возрастной группе преобладающей породы равно произведению среднего годового значения на соответствующую площадь (уравнение 5.4).

Расчет абсорбции углерода пулом фитомассы ведется по совокупности уравнений 5.2-5.4:

$$MCP_{ij} = CP_{ij} / S_{ij} \quad (5.2)$$

$$MAbP_{ij} = [(MCP_{ij} - MCP_{i-1j}) / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCP_{i+1j} - MCP_{ij}) / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] \quad (5.3)$$

$$AbP_{ij} = S_{ij} \cdot MAbP_{ij} \quad (5.4)$$



где: $MCPI_j$ – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹;

CP_{ij} – запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С;

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , га;

$MAbP_{ij}$ – средняя годовая абсорбция углерода пулом фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹ год⁻¹;

$MCPI_{i-1j}$ – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы $i-1$ (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j , т С га⁻¹;

TI_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j , лет;

TI_{i-1j} – временной интервал возрастной группы $i-1$ преобладающей породы j , лет;

$MCPI_{i+1j}$ – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы $i+1$ (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j , т С га⁻¹;

TI_{i+1j} – временной интервал возрастной группы $i+1$ преобладающей породы j , лет;

AbP_{ij} – годовая абсорбция углерода пулом фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С год⁻¹.

Оценка потерь углерода в пуле фитомассы. Помимо абсорбции углерода, в лесном фонде происходят и потери углерода, связанные с различными нарушениями лесного покрова, среди которых наибольшее значение имеют рубки и пожары.

Оценка потерь углерода при сплошных рубках проводится по фактическим объемам вырубки, при пожарах – по фактическим данным о площади погибших от пожаров древостоев.

Расчет потерь пула фитомассы при сплошных рубках осуществляется по уравнению (5.5):

$$LsPH = ASH \cdot CP_m / S_m \quad (5.5)$$

где: $LsPH$ – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год⁻¹;

ASH – годовая площадь сплошных рубок, га год⁻¹;

CP_m – суммарный запас углерода фитомассы спелых лесов оцениваемого объекта, т С;

S_m – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта (по материалам ГЛР), га.

Поскольку пожары могут охватывать лесные насаждения любого возраста, для оценки потерь пула фитомассы используются средние значения по всем лесам. Расчет потерь пула фитомассы при пожарах осуществляется по уравнению (5.6):

$$LsPF = ASFCPa / Sa \quad (5.6)$$



где: $LsPF$ – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, $t\ C\ год^{-1}$;

ASF – годовая площадь лесных пожаров, приводящих к гибели древостоев, $га\ год^{-1}$;

CPa – суммарный запас углерода фитомассы на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, $t\ C$;

Sa – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), $га$.

Расчет бюджета углерода по пулу фитомассы. Годичный бюджет по пулу углерода фитомассы рассчитывается для покрытых лесом земель по разности абсорбции и потерь (уравнения 5.7).

$$BP = AbP - LsPH - LsPF \quad (5.7)$$

где: BP – годичный бюджет углерода по пулу фитомассы покрытых лесом земель, $t\ C\ год^{-1}$;

AbP – годовая абсорбция углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель, $t\ C\ год^{-1}$;

$LsPH$ – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель при сплошных рубках, $t\ C\ год^{-1}$;

$LsPF$ – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, $t\ C\ год^{-1}$.

Оценка изменений запасов углерода в пуле мертвой древесины

Расчет запасов углерода в мертвой древесине (валеж и сухостой). Отмирание деревьев (отпад) является естественным процессом и отмечается в течение всего периода развития древостоя. Разложение крупных древесных остатков в климатических условиях России идет достаточно медленно, поэтому наличие значительного углеродного пула мертвой древесины следует рассматривать как непереносимое свойство российских лесов. В настоящей методике использованы результаты детального исследования динамики запасов мертвой древесины в лесных экосистемах (Замолотчиков, 2009), осуществленного при помощи математического моделирования. Результаты моделирования позволили рассчитать значения конверсионных коэффициентов для оценки запасов углерода в мертвой древесине по объемным запасам древесины (табл. 5.5).

Расчет запаса углерода в мертвой древесине по группам возраста преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта ведется по уравнению (5.8):

$$CD_{ij} = V_{ij} KD_{ij} \quad (5.8)$$



где: CD_{ij} – запас углерода в мертвой древесине насаждений группы возраста i преобладающей породы j , т С;

V_{ij} – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста i преобладающей породы j , м³ (по данным ГЛР);

KD_{ij} – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в мертвой насаждений группы возраста i преобладающей породы j , т С м⁻³ (приведены в таблице 5.8).

Таблица 5.5 – Конверсионные коэффициенты (т С м⁻³) для расчета запаса углерода в мертвой древесине по объемному запасу древесины лесного насаждения

Преобладающая порода	Группа возраста					
	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые	Перестойные
Сосна	0,0616	0,0928	0,1041	0,0960	0,0708	0,0520
Ель	0,0284	0,0830	0,1387	0,1517	0,0569	0,0665
Пихта	0,0270	0,0803	0,0918	0,1292	0,1123	0,0876
Лиственница	0,0225	0,0424	0,0955	0,1001	0,0461	0,0579
Кедр	0,1479	0,1351	0,0659	0,0324	0,0268	0,0269
Дуб высокоствольный	0,0691	0,0935	0,0786	0,0755	0,0473	0,0457
Дуб низкоствольный	0,0679	0,1064	0,1698	0,2017	0,1436	0,1246
Береза каменная	0,0666	0,0956	0,1195	0,1204	0,0526	0,0782
Прочие твердолиственные	0,0199	0,0763	0,0722	0,0519	0,0211	0,0158
Береза	0,0242	0,0385	0,0687	0,0597	0,0416	0,0447
Осина	0,0218	0,0600	0,0700	0,0627	0,0267	0,0285
Прочие мягколиственные	0,0249	0,0706	0,0815	0,0685	0,0305	0,0319
Кедровый стланик	0,0495	0,0997	0,1718	0,1953	0,2299	0,2667
Прочие кустарники	0,0172	0,0453	0,0444	0,1133	0,0601	0,0254

Расчет абсорбции углерода пулом мертвой древесины аналогичен таковому для пула фитомассы и ведется по совокупности уравнений 5.9-5.11.

$$MCD_{ij} = CD_{ij} / S_{ij} \quad (5.9)$$

$$MAbD_{ij} = [(MCD_{ij} - MCD_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCD_{i+1j} - MCD_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (5.10)$$

$$AbD_{ij} = S_{ij} \cdot MAbD_{ij} \quad (5.11)$$

где: MCD_{ij} – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹;

CD_{ij} – запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С;

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , га;

$MAbD_{ij}$ – средняя годовая абсорбция углерода пулом мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹ год⁻¹;



MCD_{i-1j} – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы $i-1$ (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j , т С га⁻¹;

T_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j , лет;

T_{i-1j} – временной интервал возрастной группы $i-1$ преобладающей породы, лет;

MCD_{i+1j} – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы $i+1$ (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j , т С га⁻¹;

T_{i+j} – временной интервал возрастной группы $i+1$ преобладающей породы j , лет;

AbD_{ij} – годовая абсорбция углерода пулом мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С год⁻¹.

Средняя годовая абсорбция углерода пулом мертвой древесины перестойных насаждений рассчитывается как разница между средним запасом углерода на единицу площади перестойных и спелых насаждений, деленная на временной интервал перестойных насаждений.

Расчет годовых потерь углерода пулом мертвой древесины аналогичен таковому для пула фитомассы и ведется по уравнениям (5.12) и (5.13):

$$LsDH = ASH CD_m / S_m \quad (5.12)$$

где: $LsDH$ – годовые потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год⁻¹;

ASH – площадь сплошных рубок, га год⁻¹;

CD_m – суммарный запас углерода мертвой древесины спелых лесов оцениваемого объекта, т С;

S_m – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта (по материалам ГЛР), га.

$$LsDF = ASF CD_a / S_a \quad (5.13)$$

где: $LsDF$ – годовые потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, т С год⁻¹;

ASF – годовая площадь деструктивных лесных пожаров, га год⁻¹;

CD_a – суммарный запас углерода мертвой древесины на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

S_a – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР), га.

Оценка изменений запасов углерода в пуле подстилки

Расчет запасов углерода подстилки проводится по данным о площадях насаждений той или иной преобладающей породы и средним на единицу площади значениям запаса,



специфичными для географических зон. Стабильные низкие запасы углерода подстилки присутствуют на временно непокрытых лесом землях (гари, вырубki), стабильные высокие – в лесных насаждениях старших возрастов (Замолодчиков и др., 2007; Честных и др., 2007). Молодые лесные насаждения находятся в состоянии перехода от низких запасов к высоким, при этом продолжительность восстановления стабильных высоких значений запаса углерода подстилки можно принять равной 20 годам (МГЭИК, 2003). В данных ГЛР лесные насаждения, находящиеся в переходном состоянии к стабильным высоким запасам углерода подстилки и почвы, соответствуют возрастным группам молодняков. При этом продолжительность пребывания лесного насаждения в возрастных группах молодняков определяется длительностью возрастного класса, которая, в зависимости от преобладающей породы, может составлять 10 либо 20 лет. Если длительность возрастного класса 10 лет (мягколиственные породы), то насаждениями в возрасте до 20 лет будут молодняки 1 и 2 класса возраста, если класс возраста равен 20 годам (хвойные за исключением кедра и твердолиственные) – только 1 класса возраста. Таким образом, эталонные средние запасы углерода подстилки должны быть определены специфично к возрастным группам молодняков 1 класса возраста, 2 класса возраста и совокупности более старших групп возраста лесных насаждений. Эти средние значения были найдены по данным работ (Замолодчиков и др., 2007; Честных и др., 2007) и приведены в таблицах 8-10.

Расчет запаса углерода в подстилке насаждений преобладающих пород в пределах субъекта Федерации по уравнению (5.14):

$$CL_{ij} = S_{ij} KL_{ij} \quad (5.14)$$

где: CL_{ij} – запас углерода в подстилке насаждений группы возраста i преобладающей породы j , т С;

S_{ij} – площадь насаждений группы возраста i преобладающей породы j , га (по данным ГЛР);

KL_{ij} – средний запас углерода в подстилке насаждений группы возраста i преобладающей породы j , т С га⁻¹ (приведены в таблице 5.6).

Таблица 5.6 – Средние значения запаса углерода подстилки (т С га⁻¹) в насаждениях преобладающих древесных пород

Преобладающая порода	Непокрытые лесом земли (0 возрастная группа)	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	Средне-возрастные и старше
Сосна	3,4	4,3	5,2	5,2
Ель	6,1	7,7	9,4	9,4
Пихта	2,9	3,6	4,4	4,4
Лиственница	4,8	6,0	7,3	7,3
Сосна кедровая	5,6	7,1	8,6	8,6



Дуб	3,1	3,9	4,7	4,7
Каменная береза	3,1	3,9	4,7	4,7
Прочие твердолиственные	3,1	3,9	4,7	4,7
Береза	2,1	2,4	3,0	3,3
Осина	6,8	7,6	9,4	10,3
Прочие мягколиственные	4,4	5,0	6,1	6,7
Кедровый стланик	1,3	1,6	2,0	2,0
Прочие кустарники	4,0	4,7	5,2	6,1

Расчет абсорбции углерода пулом подстилки. На непокрытых лесом землях (вырубки, гари, погибшие насаждения) присутствуют запасы подстилки, образованные опадом быстро восстанавливающейся недревесной растительности, поэтому, в отличие от фитомассы древостоя и мертвой древесины, накопление запасов углерода подстилки начинается не с нуля, а с начальных значений («нулевая» возрастная группа), представленных в таблице 5.6. Предполагается, что время достижения стабильных значений пула подстилки равно 20 годам, таким образом, поглощение этим пулом присутствует у хвойных, твердолиственных, прочих пород и кедрового стланика в молодняках 1 класса возраста, у мягколиственных пород и прочих кустарниках – в молодняках 1 и 2 класса возраста. Для выполнения указанного условия введены ограничения к уравнению 5.18.

Абсорбция углерода пулом подстилки рассчитывается по совокупности уравнений 5.15, 5.16.

$$M_{AbLij} = [(M_{CLij} - M_{CLi-1j}) T_{ij} / (T_{i-1j} + T_{ij}) + (M_{CLi+1j} - M_{CLij}) T_{ij} / (T_{ij} + T_{i+1j})] / T_{ij} \quad (5.15)$$

при $i-1=0$ $T_{i-1j}=0$; при любых $i+1$, начало которых ≥ 20 лет, $T_{i+1j}=0$

$$AbLij = S_{ij} M_{AbLij} \quad (5.16)$$

где: M_{CLij} – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹ (табл. 5.6);

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , га;

M_{AbLij} – средняя годовая абсорбция углерода пулом подстилки насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹ год⁻¹;

M_{CLi-1j} – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы $i-1$ (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j , т С га⁻¹ (табл. 5.6);

T_{i-1j} – временной интервал возрастной группы $i-1$ преобладающей породы j , лет;

M_{CLi+1j} – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы $i+1$ (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j , т С га⁻¹ (табл. 5.6);



T_{i+j} – временной интервал возрастной группы $i+1$ преобладающей породы j , лет;

AbL_{ij} – годовая абсорбция углерода пулом подстилки насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С год⁻¹.

T_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j , лет;

При деструктивных нарушениях происходит частичное снижение запаса углерода подстилки вплоть до значений, характерных для нулевой группы.

Потери пула подстилки при сплошных рубках рассчитываются по уравнению (5.17).

$$LsLH = ASH (CL_m / S_m - MCL_{0m}) \quad (5.17)$$

где: $LsLH$ – годовые потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год⁻¹;

ASH – годовая площадь сплошных рубок, га год⁻¹;

CL_m – суммарный запас углерода подстилки в спелых лесах оцениваемого объекта, т С;

MCL_{0m} – средний запас углерода подстилки для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), т С га⁻¹.

S_m – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта, га.

Потери пула подстилки при деструктивных лесных пожарах рассчитываются по уравнению (5.18).

$$LsLF = ASF (CL_a / S_a - MCL_{0a}) \quad (5.18)$$

где: $LsLF$ – годовые потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год⁻¹;

ASH – годовая площадь деструктивных лесных пожаров, га год⁻¹;

CL_a – суммарный запас углерода подстилки на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

MCL_{0a} – средний запас углерода подстилки для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), т С га⁻¹.

S_a – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР), га.

Годичный бюджет по пулу углерода подстилки рассчитывается по формуле 5.19:

$$BP = AbL - LsLH - LsLF \quad (5.19)$$

где: BP – годичный бюджет углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;



AbL – годовая абсорбция углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;

$LsLH$ – годовые потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год⁻¹;

$LsLF$ – годовые потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год⁻¹

Оценка изменений запасов углерода в пуле почвы

Расчет запасов углерода почвы аналогичен таковому для подстилки, однако приводится по эталонным средним значениям органического углерода почвы в слое 0-30 см. Эталонные значения были идентифицированы по данным работ (Честных и др., 2004; Замолотчиков и др., 2007) и приведены в таблице 5.7. Расчет запаса углерода в почве насаждений преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта проводится по уравнению (5.20):

$$CS_{ij} = S_{ij} KS_{ij} \quad (5.20)$$

где: CS_{ij} – запас углерода в слое почвы 0-30 см под насаждениями группы возраста i преобладающей породы j , т С;

S_{ij} – площадь насаждений группы возраста i преобладающей породы j , га (по данным ГЛР);

KS_{ij} – средний запас углерода в слое почвы 0-30 см под насаждениями группы возраста i преобладающей породы j , т С га⁻¹ (приведены в таблице 5.10).



Таблица 5.7 – Средние значения запаса углерода слоя почвы 0-30 см (т С га⁻¹) насаждениях преобладающих древесных пород

Преобладающая порода	Непокрытые лесом земли (0 возрастная группа)	молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	Средне-возрастные и старше
Сосна	46,5	49,7	52,9	52,9
Ель	124,1	132,7	141,2	141,2
Пихта	88,8	94,9	101,0	101,0
Лиственница	66,5	71,1	75,7	75,7
Сосна кедровая	118,2	126,4	134,5	134,5
Дуб низкоствольный	44,2	45,7	48,7	50,2
Каменная береза	44,2	47,2	50,2	50,2
Прочие твердолиственные	44,2	47,2	50,2	50,2
Береза	120,8	125,0	133,3	137,4
Осина	79,5	82,3	87,7	90,5
Прочие мягколиственные	71,7	74,2	79,1	81,6
Кедровый стланик	136,0	145,4	154,7	154,7
Прочие кустарники	115,9	121,6	125,7	131,9

Расчет абсорбции углерода пулом органического вещества почв. Как и в случае подстилки, на непокрытых лесами землях присутствуют запасы углерода почвы, поскольку нарушения не приводят к полным потерям данного пула. Начальные значения углерода почвы («нулевая» возрастная группа) представлены в таблице 5.17. Как и для подстилки, предполагается, что время достижения стабильных значений пула почвы равно 20 годам, таким образом, поглощение этим пулом присутствует у хвойных и твердолиственных пород лишь в молодняках 1 класса возраста, у мягколиственных пород и кустарников – в молодняках 1 и 2 класса возраста. Это выражается во введении ограничений к уравнению 23.

Оценка абсорбции углерода слоем почвы 0-30 см аналогична таковой для пула подстилки и осуществляется по совокупности уравнений 5.20-5.21.

$$MabS_{ij} = [(MCS_{ij} - MCS_{i-1j}) T_{ij} / (T_{i-1j} + T_{ij}) + (MCS_{i+1j} - MCS_{ij}) T_{ij} / (T_{ij} + T_{i+1j})] / T_{ij} \quad (5.21)$$

при $i-1=0$ $T_{i-1j}=0$; при любых $i+1$, начало которых ≥ 20 лет, $T_{i+1j}=0$

$$AbL_{ij} = S_{ij} MabS_{ij} \quad (5.22)$$

где: MCS_{ij} – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹ (табл. 5.7);

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , га;

$MabS_{ij}$ – средняя годовая абсорбция углерода пулом почвы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С га⁻¹ год⁻¹;



MCS_{i-1j} – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы $i-1$ (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j , т С га⁻¹ (табл. 5.7);

T_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j , лет;

T_{i-1j} – временной интервал возрастной группы $i-1$ преобладающей породы j , лет;

MCS_{i+1j} – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы $i+1$ (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j , т С га⁻¹ (табл. 5.7);

T_{i+j} – временной интервал возрастной группы $i+1$ преобладающей породы j , лет;

AbS_{ij} – годовая абсорбция углерода пулом почвы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j , т С год⁻¹.

Далее для всех пулов проводится суммирование годовых значений абсорбции углерода по возрастным группам с получением суммарного значения для данной преобладающей породы, и дальнейшее суммирование по преобладающим породам с получением суммарного значения годовой абсорбции углерода данным пулом для рассматриваемого объекта (субъекта Федерации).

Расчет потерь углерода в слое почвы 0-30 см аналогичен таковому для подстилки, пределы снижения средних значений углерода почвы при деструктивных нарушениях представлены в таблице 5. Согласно опубликованным данным (Честных и др., 2004; Замолодчиков и др., 2007), сделано допущение о частичном снижении запасов углерода в почве в результате сплошных рубок в результате механических нарушений почвы, минерализации органического вещества почвы и усиления выноса углерода с почвенными водами.

Расчет потерь углерода почвы при сплошных рубках выполняется по уравнению (5.23).

$$LsSH = ASH (CSm / Sm - MCS_{0m})$$

(5.23)

где: $LsSH$ – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год⁻¹;

ASH – годовая площадь сплошных рубок, га год⁻¹;

CSm – суммарный запас углерода почвы в спелых лесах оцениваемого объекта, т С;

MCS_{0m} – средний запас углерода почвы для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), рассчитанный с учетом соотношения площадей преобладающих пород в спелых лесах, т С га⁻¹.

Sm – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.



Потери пула почвы при деструктивных лесных пожарах рассчитываются по уравнению (5.24).

$$LsSF = ASF (CSa / Sa - MCS0a) \quad (5.24)$$

где: $LsSF$ – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год⁻¹;

ASH – годовая площадь деструктивных лесных пожаров, га год⁻¹;

CSa – суммарный запас углерода почвы на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

$MCS0a$ – средний запас углерода почвы для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), т С га⁻¹.

Sa – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР), га.

Годичный бюджет углерода по пулу почвы проводится по формуле:

$$BS = AbS - LsSH - LsSF \quad (5.25)$$

где: BS – годичный бюджет углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;

AbS – годовая абсорбция углерода слоем почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;

$LsSH$ – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год⁻¹;

$LsSF$ – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год⁻¹.

Суммарный бюджет углерода для покрытых лесом земель оцениваемого объекта рассчитывается по уравнению (5.26).

$$BT = BP + BD + BL + BS \quad (5.26)$$

где: BT – суммарный годичный бюджет углерода покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;

BP – годичный бюджет углерода по пулу фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;

BD – годичный бюджет углерода по пулу мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;

BL – годичный бюджет углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹;

BS – годичный бюджет углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год⁻¹.



Особенности расчета нетто-поглощения лесами, расположенными на землях населенных пунктов

В связи с отсутствием детальных данных по породно-возрастному составу лесов, расположенных на землях населенных пунктов, расчет изменения запасов углерода по пулам проводился на основе данных по площадям покрытых лесом земель и значений нетто-поглощения углерода управляемых лесов, относящихся к лесному фонду, на единицу площади. Для расчета использовались значения нетто-поглощения углерода управляемыми лесами без учета потерь от сплошных рубок, которые не практикуются на этих землях.

Выбросы парниковых газов от пожаров

Оценка прямых выбросов парниковых газов (CO_2 , CH_4 , N_2O , CO , NO_x) от пожаров проводили по формуле 5.27 (МГЭИК, 2006):

$$L_{\text{пожар}} = A \cdot MВ \cdot C_f \cdot G_{ef} \cdot 10^{-3} \quad (5.27)$$

где: $L_{\text{пожар}}$ – количество выбросов парниковых газов от пожара; t каждого парниковых газов, например, CO_2 , CH_4 , N_2O и т.д.,

A – выжигаемая площадь, га,

$MВ$ – масса доступного для горения топлива, $t \cdot \text{га}^{-1}$. Сюда входят фитомасса, подстилка и мертвая древесина. Средний запас фитомассы, подстилки, мертвой древесины получены делением удвоенной суммы запасов углерода в фитомассе, подстилке мертвой древесины (согласно уравнениям 1, 8, 14) на площадь лесов.

C_f – коэффициент сгорания; не имеет размерности. Используются значения 0,43 для верхового пожара и 0,15 для низового пожара (по таблице 2.6, МГЭИК, 2006),

G_{ef} – коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (таблица 2.5, МГЭИК, 2006).



5.2.2. Баланс парниковых газов в управляемых лесах Сахалинской области в 2023 году и динамика за 2019-2023 гг.

Итоговый баланс парниковых газов складывается из поглощения CO₂ лесами и выбросами парниковых газов в результате лесозаготовок и пожаров (таблица 5.8). В 2023 году леса Сахалинской области обеспечили поглощение 12 385,4 тыс. т CO₂. Основной вклад в поглощение внесли леса лесного фонда (97,5%), а на леса на землях ООПТ – 1,3%, на землях обороны и безопасности – 1,1% и на землях населенных пунктов – 0,1% от общего объема поглощения CO₂.

Выбросы CO₂ от лесозаготовок в 2023 г. составили 405,3 тыс. т CO₂. Выбросы парниковых газов от пожаров составили 2,7 тыс. т CO₂-экв., что связано с относительно небольшими площадями низовых пожаров в этом году, которые не вызывали гибели древостоев.

В 2023 году поглощение CO₂ лесами намного превышало выбросы парниковых газов от лесозаготовок и пожаров, т.е. леса Сахалинской области выступали нетто-поглотителями парниковых газов в объёме 11 997,3 тыс. т CO₂-экв.

Таблица 5.8 – Поглощение (-) и выбросы (+) парниковых газов на территории управляемых лесных земель Сахалинской области в 2023 году

Категории лесных земель	Компоненты баланса	Тыс. т CO ₂ -экв. год ⁻¹
Лесной фонд	поглощение	
	фитомасса	-8844,5
	мертвая древесина	-2219,0
	подстилка	-177,8
	почва	-835,2
	итого	-12076,5
	выбросы от лесозаготовок	
	фитомасса	282,7
	мертвая древесина	56,2
	подстилка	11,1
	почва	55,3
	итого	405,3
	выбросы от пожаров	
	CH ₄	1,6
	N ₂ O	1,1
Земли ООПТ	нетто-поглощение	
	фитомасса	-122,4
	мертвая древесина	-42,9
	подстилка	-0,2
	почва	-1,0



Категории лесных земель	Компоненты баланса	Тыс. т CO ₂ -экв. год ⁻¹
	итого	-166,4
Земли обороны и безопасности	нетто-поглощение	
	фитомасса	-97,9
	мертвая древесина	-20,1
	подстилка	-1,2
	почва	-13,2
	итого	-132,4
Земли населенных пунктов	Фитомасса	-10,1
Итого	CO ₂	-11980,1
	CH ₄	1,64
	N ₂ O	1,08
Всего		-11977,3

Полученные оценки за 2023 г. превышают значения нетто-поглощения парниковых газов лесами Сахалинской области, по сравнению с оценками, сделанными для 2022 года, в связи с сокращением площадей пожаров в 2023 г. и отсутствием потерь углерода, связанных с гибелью древостоев.

5.3 Возделываемые земли

5.3.1 Постоянно возделываемые земли

5.3.1.1 Методологические вопросы

Согласно Руководящим принципам МГЭИК (МГЭИК, 2006), земли, занятые сельскохозяйственными культурами, могут быть источником выбросов CO₂, N₂O и CH₄, причем выброс CO₂ может быть обусловлен пространственно-временной динамикой биомассы сельскохозяйственных культур и изменением запасов углерода почвы. Выбросы N₂O связаны с внесением удобрений и изменениями физико-химических свойств почв при их конверсии в сельскохозяйственные земли или изменении практики управления землями, а выбросы CH₄ обусловлены использованием торфяников под пахотные угодья и процессами горения биомассы (МГЭИК, 2006). При этом данные о выбросах парниковых газов должны представляться отдельно для постоянно обрабатываемых земель и земель, переведенных в сельскохозяйственные земли. Оценка выброса CO₂ от пахотных земель приводится в данном разделе. Выбросы N₂O от обрабатываемых земель учитываются в секторе «Сельское хозяйство». Площади пахотных земель были взяты из данных, предоставленных Управлением Росреестра по Сахалинской области по состоянию на 01.01.2024 г.



Изменения углерода в биомассе многолетних древесных и кустарниковых растений на постоянно обрабатываемых землях сельскохозяйственного назначения

Данные по площадям многолетних насаждений были представлены Управлением Росреестра по Сахалинской области по состоянию на 01.01.2024 г. При расчете определяли суммарные площади многолетних культур и рассчитывали накопление углерода. Расчет изменения углерода в надземной биомассе многолетних культур выполнялся в соответствии с методикой МГЭИК, уровень 1 (МГЭИК, 2006). Коэффициенты накопления углерода в растущей биомассе ($2,1 \text{ т С га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) и потери углерода при вырубке или гибели насаждений (63 т С га^{-1}) взяты из таблицы 5.1 для умеренного климата (МГЭИК, 2006).

Накопление углерода многолетними насаждениями Сахалинской области оценено в 60,8 тыс. т CO_2 .

Ежегодное изменение углерода в минеральных почвах пахотных земель

Минеральные почвы пахотных земель: Расчет ежегодного изменения запасов почвенного углерода пахотных земель проводился на основе балансовой оценки соединений углерода, поступающих в почвы и выносимых из них, согласно разработанной модели. При этом внесение органических и минеральных углеродсодержащих удобрений, известкование почв и остатки надземной и подземной биомассы культурных растений, рассматривались как статьи прихода (поступления) углерода в почву. Для расчета выноса углерода с возделываемых земель оценивали механические потери углерода почв с эрозией и дефляцией, а также при дыхании почв. В таблице 5.9 представлены данные по балансовой оценке соединений углерода, поступающих в почвы и выносимых из них.

5.3.1.2 Результаты расчета выбросов парниковых газов

Ежегодный баланс углерода на минеральных почвах постоянных пахотных земель. На основании оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на пахотных землях в 2023 году. Положительные величины показывают поступление углерода в агроценозы, а отрицательные – его потери. В 2023 году общий годовой баланс CO_2 на пахотных землях Сахалинской области составил – 143,49 тыс. т CO_2 .

Таблица 5.9 – Баланс углерода в почвах пахотных земель в 2023 году

Регион	Поступление углерода, тыс. т С	Потери углерода, тыс. т С	Баланс углерода, тыс. т С	Нетто-выброс, тыс. т CO_2
Сахалинская область	5,41	44,47	-39,06	143,24



Органогенные почвы пахотных земель. Площадь культивируемых органогенных почв пахотных земель определена расчетным путем, на основании общей ежегодной культивируемой площади на территории Сахалинской области (сумма посевных площадей и многолетних насаждений) и доле осушенных почв. В 2023 году в Сахалинской области площадь культивируемых органогенных почв составила 19,1 тыс. га.

Для оценки выбросов углерода от обрабатываемых органогенных почв использовался национальный коэффициент эмиссии для РФ равный 5,92 т С/га/год. Выбросы CO₂ от органогенных почв пахотных земель в 2023 году составили 414,9 тыс. т.

Выбросы метана от органогенных почв оценивались с использованием комбинированного коэффициента равного 58,25 CH₄ кг/га/год. Выбросы CH₄ от органогенных почв пахотных земель на территории Сахалинской области в 2023 году составили 27,81 тыс. т CO₂-экв.

Общий баланс выбросов и поглощения парниковых газов пахотными землями представлен в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Общий баланс выбросов и поглощения парниковых газов пахотных земель в 2023 году

Источник выбросов/поглощения	Тыс. т CO₂ экв.
Минеральные почвы пахотных земель	143,24
Эмиссия CO ₂ от органогенных почвы пахотных земель	414,86
Эмиссия CH ₄ от органогенных почв пахотных земель	27,81
Накопление углерода биомассой многолетних насаждений	-60,82
Итого по возделываемым землям	525,08

5.3.2 Земли, переведенные в возделываемые земли

В кадастре 2023 оценка по переводу земель в возделываемые земли не проводилась.

5.4 Сенокосы и пастбища

5.4.1 Постоянные сенокосы и пастбища

Методологические вопросы

К категории управляемых кормовых угодий относятся используемые пастбища и сенокосы. Несмотря на схожесть растительного покрова этих двух сообществ, тип и интенсивность их использования существенно различаются, и это необходимо учитывать при оценке изменения запасов углерода. Данные по площадям кормовых угодий были взяты из



данных предоставленных Управлением Росреестра по Сахалинской области по состоянию на 01.01.2024 г.

Ежегодное изменение углерода в минеральных почвах земель сенокосов и пастбищ Минеральные почвы.

Расчет ежегодного изменения запасов почвенного углерода на землях сенокосов и пастбищ проводился на основе балансовой оценки соединений углерода, поступающих в почвы и выносимых из них, согласно разработанной модели, аналогично методике, применяемой для пахотных земель.

Фотосинтез произрастающих на землях кормовых угодий растений и оставленный на пастбищах навоз (помет) сельскохозяйственных животных и птицы, рассматривались как статьи прихода (поступления) углерода в почву. Для расчета выноса углерода с земель сенокосов и пастбищ оценивали механические потери углерода почв с эрозией и дефляцией, вынос углерода с биомассой надземной части растений при покосе и потреблении пастбищных кормов животными, а также при дыхании почв.

В таблице 5.11 представлены данные по балансовой оценке соединений углерода, поступающих в почвы и выносимых из них.

Положительные величины показывают поступление углерода в почвы, а отрицательные – его потери. Как следует из таблицы, общие выбросы углерода на сенокосах и пастбищах Сахалинской области составляют 102,08 тыс. тонн CO₂.

Таблица 5.11 – Баланс углерода минеральных почв на землях сенокосов и пастбищ в 2023 году, млн. т С

Регион	Поступление углерода, тыс. т С	Вынос углерода, тыс. т С	Баланс углерода, тыс. т С	Эмиссия от орг. почв, тыс. т С	Выбросы CO ₂ , тыс. т CO ₂
Сахалинская область	216,26	-189,98	26,28	-54,12	102,14

Органогенные почвы кормовых угодий. Выбросы метана от осушенных органогенных почв кормовых угодий рассчитаны с использованием методики и рекомендуемых коэффициентов по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (IPCC, 2014). Комбинированный пересчетный коэффициент эмиссии равен 43,63 CH₄ кг/га/год. Выбросы CH₄ от кормовых угодий на территории Сахалинской области в 2023 году составили 0,41 тыс. т CH₄ или 10,14 тыс. т CO₂ экв.

Общие выбросы парниковых газов от сенокосов и пастбищ Сахалинской области в 2023 году составили 112,3 тыс. тонн CO₂ эквивалент.



5.4.2 Земли, переведённые в сенокосы и пастбища

В кадастре 2023 оценка по переводу земель в сенокосы и пашни не проводилась.

5.5 Водно-болотные угодья

Характеристика подкатегории

В настоящем кадастре выполнены оценки выбросов углекислого газа, метана и закиси азота от земель постоянных водно-болотных угодий (выбросы парниковых газов при торфоразработках). Для оценки выбросов парниковых газов при торфодобыче площади торфоразработок Сахалинской области были получены расчетным путем и оценены в 0,8 тыс. га в 2023 году.

Методологические вопросы

Площади торфоразработок Сахалинской области были рассчитаны на основе соотношения статистических данных по площадям водно-болотных угодий и торфоразработок в Российской Федерации за этот же год.

Выбросы CO₂, N₂O и CH₄ рассчитываются в соответствии с методом уровня 1 и коэффициентами, рекомендованными в Методических указаниях по количественному определению объема поглощения парниковых газов (МПП № 20-р, 2017). Расчет выбросов CO₂ и иных парниковых газов, кроме CO₂, от осушения органических почв водно-болотных угодий проводится по формуле (5.28). Выбросы N₂O рассчитываются на основе тех же исходных данных по площадям торфоразработок, как и при оценке выброса CO₂ (5.29):

$$CO_{2_organic} = A * EF * 44/12 \quad (5.28)$$

$$N_{2}O_{organic} = A * EFN_{N_2O} * 44/28 \quad (5.29)$$

где: CO_{2_organic} – выбросы CO₂, т; A – площадь торфоразработок на водно-болотных угодьях, га; EF – коэффициент эмиссии CO₂, т С га⁻¹ год⁻¹; N_{2O_organic} – выбросы N₂O от осушенных органогенных почв земель, переведенных в кормовые угодья, кг N₂O; A – площадь торфоразработок на водно-болотных угодьях, га; EFN_{N₂O} – коэффициент выброса N₂O при торфоразработках, кг N-N₂O га⁻¹ год⁻¹.

Выбросы CH₄ оцениваются в соответствии с формулой (5.30):

$$CH_{4_organic} = A * (1 - Frac_{ditch}) * EF_{land} + A * Frac_{ditch} * EF_{ditch} \quad (5.30)$$

где: CH_{4_organic} – выбросы метана, кг CH₄; A – площадь торфоразработок на водно-болотных угодьях, га; Frac_{ditch} – доля общей площади под осушительными каналами, не имеет размерности; EF_{land} – коэффициент выбросов для участков, не занятых



осушительными каналами, $\text{кг CH}_4 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$; EF_{ditch} – коэффициент выбросов для осушительных канав, $\text{кг CH}_4 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 3,11 т С/га/год, который и был использован в расчетах.

Результаты расчета выбросов парниковых газов

Общие выбросы парниковых газов от торфоразработок Сахалинской области оценены в 9,9 тыс. т CO_2 -экв. в 2023 году. Эмиссия CO_2 , CH_4 и N_2O оценены в 9,1, 0,7 и в 0,1 тыс. т CO_2 -экв. соответственно.

5.6 Земли поселений

5.6.1 Земли поселений, остающиеся поселениями

Согласно проведенному анализу изменения запасов углерода на территории земель поселений происходят только в пуле биомассы городских насаждений, оценки представлены в категории лесные земли.

5.6.2 Земли, переустроенные в поселения

5.6.2.1 Лесные земли, переустроенные в поселения

Характеристика подкатегории

Оценка изменений запасов углерода при обезлесении (переводе лесных земель в земли поселений) приведена ниже. В Сахалинской области обезлесение связано с переводом лесных земель в нелесные или с изъятием земель из состава лесного фонда и обустройства лесной инфраструктуры без изъятия земель. Обезлесение может происходить при строительстве объектов инфраструктуры (дорог, линий электропередач, трубопроводов), и таким образом соответствуют категории земли поселений. Общая площадь обезлесения получена расчетным путем и оценена в 0,04 тысяч гектар. Результаты расчета выбросов CO_2 при обезлесении показаны в таблице 5.12.



Таблица 5.12 – Потери углерода при обезлесении в Сахалинской области в 2023 году.

Пулы	Выбросы CO ₂ , тыс. т
Надземная фитомасса	4,7
Подземная фитомасса	1,4
Дебрис	1,3
Подстилка	0,9
Почва с частичными потерями углерода	6,2
Почва с полными потерями углерода	9,8
Всего	24,2

Оценка выбросов N₂O и CH₄ от почв при конверсии лесных земель в земли поселений 2,1 и 0,1 тыс. тонн CO₂ экв. соответственно.

Общие выбросы при переводе лесных земель в земли поселений оценены в 41,1 тыс. тонн CO₂ экв.

Методологические вопросы

Для оценки выбросов ПГ при обезлесении в Сахалинской области использовались статистические данные Росстата о строительстве объектов инфраструктуры (газопроводы магистральные и отводы от них, новые железнодорожные линии и вторые пути, взлетно-посадочные полосы, нефтепроводы магистральные, нефтепродуктопроводы магистральные региональные, автомобильные дороги с твердым покрытием, междугородние кабельные линии связи, радиорелейные линии связи, скважины нефтяные и газовые, линии электропередачи) (<http://rosstat.gov.ru>) за 2023 год.

Для оценки площади, отводимой под объекты инфраструктуры, были использованы существующие нормы отвода земель согласно строительным нормам и правилам, утвержденным в РФ (таблица 5.13) (Госстрой СССР, 1973, 1974а, 1974б, 1975, 1985, 1995). При этом рассматривалось два варианта: полное изъятие почвенного покрова при отведении земель под твердое покрытие (насыпи, асфальтовое покрытие) и сохранение почвенного покрова под открытыми территориями. В Сахалинской области при строительстве линейных объектов, как правило, производится отвод территории с учетом устройства боковых полос, на которых сохраняется почвенный покров и мохово-растительный слой. При этом древесная и кустарниковая растительность удаляется с боковых полос полностью в течение всего времени эксплуатации объекта. При строительстве авто и железных дорог производится сооружение насыпей, на которых прокладываются железнодорожные пути и/или наносится асфальтобетонное покрытие. Согласно строительным нормам под основанием насыпи (с учетом откосных частей) выполняется полная выемка грунта или его консервация под телом насыпи. Эта территория учитывалась как площадь отвода с полным уничтожением почвенного покрова. Для оценки площади обезлесения площади, отведенные под строительство объектов



инфраструктуры, умножались на лесистость территории. Лесистость оценена для Сахалинской области по данным Рослесхоза и учитывает соотношение площади покрытых лесом земель к общей площади региона. Общая площадь обезлесения региона была разделена на обезлесение в управляемых лесах и на обезлесение в неуправляемых лесах, а каждая из этих подкатегорий – на леса и кустарники, исходя из соотношения занимаемых ими площадей.

Таблица 5.13 – Средние нормы отвода земель при строительстве объектов инфраструктуры в Российской Федерации

Категории объектов и единицы измерений	Величина отвода		Ссылка
	с сохранением почвенного покрова	с полным изъятием почвенного покрова	
Газопроводы магистральные и отводы от них, м	32	0	СН 452-73
Новые железнодорожные линии, м	40,3	11,7	СНИП 32-01-95
Вторые пути, м	4	0	ОСН 3.02.01-97
Взлетно-посадочные полосы с твердым покрытием, га	0	1	
Нефтепроводы магистральные, м	32	0	СН 452-73
Нефтепродуктопроводы магистральные региональные, м	32	0	СН 452-73
Автомобильные дороги с твердым покрытием, м	33	17	СНиП 2.05.02-85
Междугородние кабельные линии связи, м	6	0	СН 461-74
Радиорелейные линии связи, м	0,02	0	СН 461-74
Скважины нефтяные – га	0	0,36	СН 459-74
Скважины газовые, га	0	0,36	СН 459-74
Линии электропередачи напряжением 35кВ и выше, м	15	0	СН 465-74
Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 6-20 кВ, м	8	0	СН 465-74
Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 0,4 кВ, м	8	0	СН 465-74

Для расчета потерь углерода при обезлесении была использована площадь обезлесения, которая составляет 0,03 тыс. га, и средние значения запасов углерода по пулам (таблица 5.14).

Приняты следующие допущения:

- для всех площадей обезлесения принято полное окисление углерода в пулах биомассы, мертвой древесины, подстилки в год обезлесения;
- для площадей, отводимых под устройство твердого покрытия (асфальт, насыпи), также принято полное окисление почвенного углерода в год обезлесения;



- для площадей, отводимых под открытые территории, принято частичное окисление углерода в органическом веществе почв.

Величина частичной потери углерода почв рассчитана как разница начального запаса углерода в почвах лесов (см. таблицу 5.18) и его конечного запаса, который определен по данным таблицы 46 методическими указаниями Минприроды России (МПР № 20-р, 2017) и соответствует средним значениям запаса углерода почвы (т С га^{-1}).

Таблица 5.14 – Средние величины запасов углерода в различных пулах, используемые в расчетах потерь при обезлесении в Сахалинской области

Год	Начальный запас (до конверсии), т С га^{-1}					Конечный запас (после конверсии), т С га^{-1}
	надземная биомасса	подземная биомасса	дебрис	подстилка	почва	почва при частичном окислении С
2023	34,6	10,3	9,6	6,4	90,7	79,8

Оценка выбросов N_2O и CH_4 от почв при конверсии лесных земель в земли поселений выполнялась в соответствии с методическими указаниями Минприроды России (МПР № 20-р, 2017).

5.6.3 Водно-болотные угодья, переустроенные в поселения

В кадастре 2023 года оценка выбросов парниковых газов для данной категории не проводилась.

5.7 Усовершенствования и пересчеты

По результатам контроля качества оценок кадастра парниковых газов были выполнены перерасчеты выбросов от минеральных почв возливаемых земель за период с 2021 по 2023 год.

5.8 Неопределенности оценок выбросов

В настоящем кадастре выполнены оценки неопределенности кадастра парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ за 2023 год. Расчет неопределенности инвентаризации в секторе ЗИЗЛХ выполнялся по подходу 1 (Руководящие принципы..., 2006). Результаты представлены в таблице 5.15. Точность выполненной инвентаризации определяется точностью исходных



данных и пересчетных коэффициентов. Основная исходная информация бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МПР-20р. (МПР-20р). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомендованные в методиках 95% доверительные интервалы. Неопределенность полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ в Сахалинской области в 2023 году составляет 19,3% или 2179 CO₂ экв. Гг.

Таблица 5.15 - Оценка неопределенности кадастра потоков парниковых газов в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве в 2023 г.

Категория источника/поглотителя	Выбросы (+)/поглощение (-), тыс. тонн CO ₂ экв.	Объединенная неопределенность, %	Неопредел. CO ₂ экв., Гг
А. Лесные земли	-11980	19	2216
Фитомасса	-8792	22	1969
Мертвая древесина	-2226	38	839
Подстилка	-168	63	106
Почва	-794	66	523
Мгновенная эмиссия CH ₄ от пожаров	2	73	1
Мгновенная эмиссия N ₂ O от пожаров	1	63	1
В. Обрабатываемые земли	525	75	395
С. Сенокосы и пастбища	112	75	84
Д. Водно-болотные угодья	10	55	5
Е. Поселения	41	44	18
Всего	-11289	19	2179



ГЛАВА 6. РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ОТХОДЫ»

Согласно документу «Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» (МПР 15-р, 2015) (далее – Методические рекомендации), при составлении Регионального кадастра в разделе Отходы были оценены выбросы парниковых газов от следующих источников:

- выбросы CH_4 от мест размещения твердых отходов;
- выбросы CO_2 и N_2O от установок сжигания отходов;
- выбросы CH_4 от систем очистки сточных вод;
- выбросы N_2O от объектов сброса сточных вод.

Выбросы N_2O от установок сжигания отходов не рассчитывались ввиду их незначительности.

Далее более подробно рассмотрено обращение в Сахалинской области с отходами и сточными водами.

6.1 Оценка выбросов CH_4 от объектов захоронения твердых отходов

Выбросы CH_4 от мест размещения отходов происходят в процессе анаэробного разложения метаногенными бактериями органических (углеродосодержащих) веществ в отходах. Таким образом, его источником служат захороненные на свалках (полигонах) твердых отходов (далее – СТО) биоразложимые виды отходов, так как только на таких объектах возникают соответствующие условия.

Выбросы от обращения с навозом рассмотрены в секторе «Сельское хозяйство». Выбросы от осадка и активного ила сточных вод рассматриваются совместно с выбросами от сточных вод в соответствующих разделах.

В Методических рекомендациях предлагается два способа расчета выбросов ПГ от мест размещения твердых отходов. В одном из них учитываются выбросы только от отходов, помещенных на объекты в расчётный год, а в другом – от отходов, размещенных в течение последних 30 лет. Использование второго метода оценки выбросов от ТКО представляется более точным и позволяет учитывать выбросы от закрытых СТО, поэтому он был выбран для расчета.

Таким образом, расчет выбросов CH_4 от ТКО был проведен согласно уравнениям (формулы 6.1 – 6.3) (МПР №15-р, 2015):



$$\text{Выбросы } CH_4 = \sum_j [(DDOCm \text{ decomp}_j \cdot F \cdot 16/12 - R_j) \cdot (1 - OX_j)] \quad (6.1)$$

где *Выбросы CH₄* - масса поступившего в атмосферу CH₄, тыс. т,

DDOCm decomp_j - масса разложимого органического углерода ТКО, распавшегося в год инвентаризации на определенном типе СТО, тыс. т,

j - тип СТО,

F - доля CH₄ по объему, в образованном на свалках газе,

16/12 - соотношение молекулярного веса CH₄/C (соотношение),

R_j - рекуперированный CH₄ на определенном типе СТО, в год инвентаризации, тыс. т,

OX_j - коэффициент окисления на определенном типе СТО в год инвентаризации, (дробь).

$$DDOCm_{aT} = DDOCm_{dT} + (DDOCm_{aT-1} \cdot e^{-k}) \quad (6.2)$$

$$DDOCm \text{ decomp}_T = DDOCm_{aT-1} \cdot (1 - e^{-k}) \quad (6.3)$$

где *T* - год, для которого производится расчет (учитываемый исторический год),

DDOCm_{aT} - масса разложимого органического углерода DDOCm, накопленного на СТО к концу года *T*, тыс. т,

DDOCm_{dT} - DDOCm удаленный на СТО в год *T*, тыс. т,

DDOCm_{aT-1} - DDOCm накопленный на СТО к концу года предыдущего года (*T-1*), тыс. т,

DDOCm decomp_T - масса разложимого органического углерода DDOCm, разложившегося до CH₄ в расчетный год *T*, тыс. т,

k - постоянная реакции.

Для таких многокомпонентных отходов, как ТКО:

$$DDOCm_{tко} = W_{tко} \cdot \sum_i (W_{ci} \cdot DOC_i) \cdot DOC_f \cdot MCF \quad (6.4)$$

где *DDOCm_{tко}* – масса помещенного на определенный тип СТО разложимого DOC ТКО (тыс. т),

i – компонент ТКО,

W_{tко} – масса ТКО в год удаления отходов на СТО (тыс. т),

W_{ci} – доля компонента *i* в год удаления отходов на СТО,



DOC_i – доля способного к разложению биогенного углерода в i -том компоненте ТКО,

$DOCF$ - доля DOC, способного к разложению,

MCF - поправочный коэффициент метана для СТО в год удаления отходов.

Оценка выбросов CH_4 от объектов размещения отходов выполнена как сумма рассчитанных по отдельности оценок выбросов от СТО, на которые вывозят ТКО от г. Южно-Сахалинска, а также от всех остальных СТО, на которых размещаются такие отходы. Более подробно выбор исходных данных и параметров для расчета описан далее.

Ввиду отсутствия надежных данных о ежегодном захоронении отдельных видов промышленных отходов на СТО расчет выбросов CH_4 от них рассчитывался по формуле (МПП №15-р, 2015):

$$\text{Выброс } CH_4 = \sum_{ij} [(W_{ij} \cdot DOC_i \cdot DOCF \cdot MCF_j \cdot F \cdot 16/12) - R_j] \quad (6.5)$$

где $\text{Выброс } CH_4$ - масса поступившего в атмосферу CH_4 , тыс. т;

W_{ij} - масса отходов категории/вида i , захороненных на СТО типа j , тыс.т;

DOC_i - доля способного к разложению органического углерода в отходах категории/вида i ;

$DOCF$ - доля DOC, способного к разложению;

MCF_j - поправочный коэффициент CH_4 для СТО типа j ;

i - вид отходов;

j - тип СТО;

F - объемная доля CH_4 в образованном на свалках газе;

$16/12$ - соотношение молекулярных весов CH_4 и C;

R_j - масса собранного (рекуперированного) CH_4 , тыс.т.

Исходные данные о размещаемых отходах

Согласно данным федерального государственного статистического наблюдения по форме 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления» (далее - форма 2-ТП (отходы)), предоставленной Минэкологии Сахалинской области по запросу, на территории Сахалинской области в 2023 году образовано 494 882,6 тыс. тонн отходов производства и потребления, при этом 99,5 % от их общего количества приходилось на угледобывающие предприятия (492 264,7 тыс. т). Образование ТКО и подобных им отходов на производстве и при



предоставлении услуг населению составило 260,6 тыс. тонн, 172,8 тыс. тонн передано региональным операторам, и захоронено на собственных объектах – 52,4 тыс. тонн.

При этом согласно этой же отчетности, региональными операторами, осуществляющими деятельность с твердыми коммунальными отходами, в 2023 году было собрано 197,4 тыс. тонн ТКО, из которых 194,7 тыс. тонн было захоронено.

Одновременно согласно отдельной отчетности федерального государственного статистического наблюдения по форме № 22-ЖКХ (ресурсы) «Сведения о работе ресурсоснабжающих организаций в условиях реформы» в 2023 году в Сахалинской области было образовано 2 026,9 тыс. м³ (или 244,7 тыс. т) ТКО.

В итоге, в качестве исходных данных для расчетов выбросов ПГ от ТКО за 2023 год было принято решение использовать информацию о массе захоронения ТКО региональными операторами в Сахалинской области из формы 2-ТП (отходы), так как она дает наиболее достоверные данные о захоронении ТКО. Этот же подход был использован и для 2021-2022 годов.

В качестве исторических исходных данных до 2021 года для расчетов выбросов ПГ от ТКО была использована информация об объеме их вывоза с территорий городских населенных пунктов Сахалинской области из формы 1-КХ, так как она дает наиболее полное представление об обращении с ТКО за ряд лет. Отдельно были использованы аналогичные данные о вывозе ТКО с территории г. Южно-Сахалинска – крупнейшего источника таких отходов (составлял около половины этих отходов) до 2022 года. Отсутствующие данные на 2023 год были получены расчетным путем с использованием исторических данных о численности жителей города и количества вывозимых отходов.

Все вывезенные отходы при этом считались размещенными на СТО, так как обезвреживание или утилизация органических компонентов этих отходов согласно полученным данным (МинЖКХ СО, 2021 (а); Минэкологии СО, 2023) практически не производилась до последнего времени. Отчетность о вывозе ТКО от сельских поселений за эти годы отсутствует (Росстат, 2021), т.е. они централизованно не собирались и не вывозились. При этом, согласно сложившейся практике, органические разлагаемые компоненты ТКО (бумага, древесина, пищевые отходы) в этих случаях чаще всего сжигались или компостировались (пищевые отходы). Таким образом, для расчетов выбросов ПГ объем таких отходов, размещенных на СТО, считается незначительным и не учитывается.

Так как в расчете было необходимо использовать данные о размещении отходов с 1990 года, отсутствующие данные были восстановлены с использованием различных математических методов.



Все данные об объеме вывоза ТКО пересчитаны в данные о массе с использованием плотности отходов $0,21 \text{ тонн/м}^3$ (Мирный и др., 2010, Масленников, 2006) для исторических данных до 2014 года и $0,12 \text{ тонн/м}^3$ для всех лет после 2020 года (МинЖКХ СО, 2021 (а), МинЖКХ СО, 2021 (б)), что соответствует использованным в расчете составам ТКО. Плотность ТКО для промежуточных лет была получена путем интерполяции.

Основные исходные данные для расчета и итоговые данные о захоронении ТКО в период с 1990 по 2023 год приведены в таблице 6.1.

Согласно данным о захоронении отходов от других отраслей экономической деятельности по форме 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления» в 2023 году на территории Сахалинской области было захоронено на собственных объектах организаций 18,9 тыс. тонн отходов (мусора) от строительных и ремонтных работ и 35 тонн древесных отходов сучьев, ветвей, вершинок от лесоразработок.

Следует отметить, что при анализе формы 2-ТП (отходы) отмечено значительное расхождение в данных, касающихся количества образованных, утилизированных, обезвреженных и захороненных отходов различных видов.

Места размещения отходов и коэффициент конверсии метана (MCF)

В качестве основных источников выбросов CH_4 от анаэробного разложения ТКО на территории Сахалинской области выступают полигоны и свалки для их захоронения.

На территории Сахалинской области расположены, по меньшей мере, 32 объекта размещения ТКО, включая как действующие, так и уже закрытые. На 2024 год отходы вывозились на 4 полигона ТКО и 12 санкционированных свалок. Наиболее крупным объектом захоронения ТКО являлась городская свалка, расположенная в юго-западной части города Южно-Сахалинск. Ее площадь составляет 16,2 га, а отходы на нее свозили с 1947 до 2022 года. Размеры остальных объектов варьируют от 0,2 до 9,2 га, время ввода в эксплуатацию и закрытия различно (Минэкологии СО, 2023).

В связи с этим было принято решение, что все ТКО, вывозимые из г. Южно-Сахалинск размещались на СТО (свалке или полигоне, действующем с 2019 г.), которые, в соответствии с определением, считались контролируруемыми анаэробными, со значением MCF, равным 1. Свалки и полигоны, отходы на которые поступали с остальной части Сахалинской области, считались объектами вне категорий (неклассифицированными), и для них принимался MCF, равный 0,6 (МПП №15-р, 2015). Возможное размещение ТКО на объектах за пределами Сахалинской области в расчет не принималось.

Таблица 6.1 – Численность населения Сахалинской области; плотность, масса и ДОС ТКО, размещенных на объектах захоронения отходов Сахалинской области в 1990-2023 годах

Год	Численность городского населения СО	Численность жителей г. Южно-Сахалинск	Плотность ТКО	Кол-во вывезенных ТКО, СО без г. Южно-Сахалинск*	ДОС для ТКО СО без г. Южно-Сахалинск	Кол-во вывезенных ТКО, г. Южно-Сахалинск**	ДОС для ТКО г. Южно-Сахалинск
	тыс. чел.	тыс. чел.	тонн/м ³	тыс. т	доля	тыс. т	доля
1990	606,38	159,91	0,21	242,70	0,15	109,86	0,15
1991	607,29	161,32	0,21	242,26	0,15	110,82	0,15
1992	603,79	161,53	0,21	240,07	0,15	110,97	0,15
1993	592,54	160,31	0,21	234,37	0,15	110,13	0,15
1994	569,70	157,97	0,21	222,70	0,15	108,52	0,15
1995	548,82	155,36	0,21	212,36	0,16	106,73	0,16
1996	532,35	177,52	0,21	187,55	0,16	121,95	0,16
1997	519,31	176,97	0,21	180,35	0,16	121,57	0,16
1998	507,17	176,55	0,21	173,58	0,16	121,29	0,16
1999	496,88	176,11	0,21	167,90	0,16	120,98	0,16
2000	488,90	175,75	0,21	163,51	0,16	120,74	0,16
2001	482,16	175,58	0,21	159,71	0,16	120,62	0,16
2002	475,76	175,15	0,21	156,28	0,16	120,33	0,16
2003	469,84	174,55	0,21	153,25	0,16	119,91	0,16
2004	464,60	173,90	0,21	150,65	0,16	119,47	0,16
2005	411,07	173,50	0,21	119,80	0,17	119,19	0,17
2006	407,66	173,28	0,21	117,97	0,17	119,04	0,17
2007	405,56	173,50	0,21	107,02	0,17	119,19	0,17
2008	403,58	174,30	0,21	108,15	0,17	119,74	0,17
2009	401,04	174,75	0,21	117,20	0,18	120,05	0,18
2010	397,38	181,79	0,21	108,67	0,18	124,89	0,18
2011	397,16	183,96	0,21	111,85	0,18	128,52	0,18
2012	398,30	188,25	0,21	106,91	0,18	128,73	0,18
2013	398,62	191,48	0,21	111,30	0,18	128,75	0,18
2014	397,96	192,76	0,21	102,15	0,18	146,78	0,18
2015	397,40	193,23	0,20	108,95	0,18	119,54	0,18



Год	Численность городского населения СО	Численность жителей г. Южно-Сахалинск	Плотность ТКО	Кол-во вывезенных ТКО, СО без г. Южно-Сахалинск*	ДОС для ТКО СО без г. Южно-Сахалинск	Кол-во вывезенных ТКО, г. Южно-Сахалинск**	ДОС для ТКО г. Южно-Сахалинск
2016	398,11	194,28	0,18	99,67	0,17	132,35	0,17
2017	400,41	196,90	0,17	94,97	0,16	79,91	0,16
2018	402,28	199,91	0,15	90,44	0,15	69,12	0,15
2019	390,02	200,75	0,14	118,84	0,14	97,04	0,14
2020	387,56	207,30	0,12	116,05	0,12	112,30	0,13
2021	385,14	200,97	0,12	134,82	0,12	87,76	0,13
2022	382,45	191,09	0,12	76,82	0,12	125,28	0,13
2023	379,64	180,28	0,12	99,85	0,12	94,89	0,13

Примечания

* - данные с 1990 до 2006 восстановлены с использованием численности городского населения СО;

** - данные с 1990 до 2010 восстановлены с использованием численности населения г. Южно-Сахалинск, данные за 2022 и 2023 гг. с учетом среднего вклада ТКО г. Южно-Сахалинск в суммарное количество ТКО Сахалинской области за последние 5 лет.



Размещение отходов (мусора) от строительных и ремонтных работ, а также древесных отходов от лесоразработок ввиду отсутствия данных было принято на СТО вне категорий (неклассифицированных), и для них принимался МСФ, равный 0,6 (МПП №15-р, 2015).

Содержание органического углерода (DOC)

Содержание в ТКО биоразлагаемого органического углерода (DOC) оценивалось исходя из данных о компонентном составе ТКО и содержании DOC в этих компонентах.

Состав ТКО принимался с учетом изменения его во времени, при этом для периода 1990-2015 гг. была использована информация из Методических рекомендаций и Национального доклада о кадастре ПГ РФ (МПП №15-р, 2015, НДК, 2023), а для 2020-2023 гг. данные последних исследований о составе ТКО в отдельных муниципальных округах Сахалинской области (Минэкологии СО, 2021 (а)), состав ТКО для промежуточных лет был получен путем интерполяции. Средневзвешенное содержание DOC в ТКО рассчитывалось с учетом данных о содержании DOC в этих компонентах (МПП №15-р, 2015), приведенных в таблице 6.2. Данные были получены отдельно для г. Южно-Сахалинска и остальной территории Сахалинской области с учетом наличия данных и проведения отдельных расчетов.

Таблица 6.2 – Компонентный состав биоразлагаемых и горючих фракций ТКО Сахалинской области, содержание DOC и FCF в них (Минэкологии СО, 2021 (а); МПП №15-р, 2015, НДК, 2023)*

Органические компоненты	Состав ТКО для СО г. Южно-Сахалинск %	Состав ТКО для СО без г. Южно-Сахалинск %	Состав ТКО для СО в-целом %	DOC (сырые отходы) %	FCF (сырые отходы) %
Бумага и картон	2,9	3,8	3,4	27,1	0,6
Текстиль	4,5	6,4	5,6	24,2	16,2
Пищевые отходы	52,0	51,2	51,6	12,6	0,0
Древесина	1,0**	1,0**	1,0**	40,5	0,0
Пластик	9,2	10,3	9,8	0,0	55,1
Резина и кожа	5,0	6,6	5,91	23,5	23,5
Прочее	11,4***	11,9***	8,3***	23,5	23,5
Отсев	5**	5**	5**	7,0	7,0
Средневзвешенное значение DOC	11,9	12,6			
Средневзвешенное значение С иск.			7,7		

Примечания:

* - значения, приведенные в процентах, при расчетах были переведены в доли

** - экспертные значения, данные отсутствуют

*** - с учетом данных по содержанию отсева и древесины



Итоговые значения DOC для всех лет расчета отдельно для г. Южно-Сахалинск и остальной территории Сахалинской области приведены в таблице 6.1.

Содержание органического углерода (DOC) в отходах (мусоре) от строительных и ремонтных работ было принято равным 4%, как в отходах строительства и демонтажа, а для древесных отходов лесоразработки – 43% (МПП №15-р, 2015).

Постоянная реакции (k)

В связи с отнесением территории Сахалинской области к арктической и умеренной зоне с влажным климатом, для ТКО в-целом постоянная реакции (k) принята равной 0,09 с соответствующим периодом полураспада в 7 лет (МПП №15-р, 2015).

Доля органического углерода, подвергшегося распаду (DOCF); доли метана в свалочном газе (F) и коэффициент окисления метана (OX)

Значения доли органического углерода, подвергшегося распаду (DOCF) и доли метана в свалочном газе (F) для расчетов приняты равными 0,5 (МПП №15-р, 2015). Коэффициент окисления метана (OX) принимался равным нулю (МПП №15-р, 2015). Эти значения использованы во всех расчетах выбросов от СТО.

Рекуперация метана (R)

Рекуперация и утилизация свалочного метана согласно нашим данным в Сахалинской области не проводилась и в оценках эмиссии CH₄ от захоронения твердых отходов не учитывалась.

6.2 Оценка выбросов CO₂ при сжигании отходов в специальных установках

В качестве отходов, выделяющих при сжигании CO₂, могут рассматриваться отдельные виды твёрдых и жидких промышленных отходов, содержащие ископаемый углерод. При этом следует отметить, что согласно Методическим рекомендациям, выбросы CO₂ от отходов (или их компонентов), содержащих биогенный углерод не включаются в общий выброс антропогенных ПГ.

Расчет выбросов CO₂ от сжигания твердых отходов был проведен согласно уравнению (формула 6.6) (МПП №15-р, 2015):

$$\text{Выброс } CO_2 = \sum_i (IWi \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44/12 \quad (6.6)$$



где *Выброс CO₂* - выбросы CO₂ в атмосферу, тыс. т;

IWi - масса сожженных отходов категории/вида *i* (вес влажного вещества), тыс.т;

FCFi - доля ископаемого углерода (во влажном веществе) сжигаемых отходов категории/вида;

OFi - коэффициент окисления;

44/12 - коэффициент перехода от C к CO₂;

i - категории/виды отходов, подвергаемых сжиганию.

Более подробно выбор исходных данных и параметров для расчета описан далее.

Исходные данные о количестве сожженных отходов

Согласно данным формы 2-ТП (отходы) и другой полученной информации (Минэкологии СО, 2021 (а); Минэкологии СО, 2021 (в)) на территории Сахалинской области в 2023 году технология сжигания применялась для обезвреживания различных видов промышленных отходов (в том числе нефтесодержащих) и ТКО в специализированных установках. Список видов таких отходов, содержащих ископаемый углерод, и их масса приведены в таблице 6.3, наибольшее их количество составили нефтесодержащие отходы добычи нефти и газа.

Информация об использовании тепла от сжигания отходов в 2023 году, в том числе для выработки электроэнергии, отсутствует.

Таблица 6.3 – Состав сжигаемых в 2023 г. отходов и содержание в них ископаемого C

Наименование	Масса, т	FCF*, %
<i>Промышленные отходы:</i>		
нефтесодержащие отходы, с количеством нефтепродуктов менее 15%	1074	8
нефтесодержащие отходы, с количеством нефтепродуктов более 15%	2876	16
фильтры очистки топлива и масла отработанные	34	28
фильтры воздушные отработанные	17	28
всплывшие нефтепродукты из нефтеловушек и аналогичных сооружений	44	64
смеси нефтепродуктов, собранные при зачистке средств хранения и транспортирования нефти и нефтепродуктов	1	62
шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов, шлам очистки танков нефтеналивных судов	114	60
нефтяные промысловые жидкости, содержащие нефтепродукты менее 70%, утратившие потребительские свойства	2	56
отходы минеральных, синтетических и полусинтетических масел	965	78
отходы полиэтиленов и пластмассовых изделий	229	80
отходы антифризов на основе этиленгликоля	47	30



Наименование	Масса, т	FCF*, %
отходы противоводокристаллизационной жидкости на основе этилцеллозольва и метанола	1	40
покрышки пневматических шин	56	16
отходы, загрязненные лакокрасочными материалами (содержание менее 5%)	3	2
инструменты лакокрасочные (кисти, валики), загрязнённые лакокрасочными материалами (в количестве 5% и более)	2	20
отходы материалов лакокрасочных на основе акриловых полимеров в водной среде	4	8
спецодежда из хлопчатобумажного и смешанных волокон, утратившая потребительские свойства, незагрязненная	2	16
отходы резинометаллических и резинотехнических изделий	38	56
отходы (мусор) от строительных и ремонтных работ	11	20
Итого промышленных отходов:	5521	
ТКО:		
отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)	4	8
Итого ТКО:	4	
Итого отходов:	5525	

Примечание - * Значения, приведенные в процентах, при расчетах были переведены в доли

Содержание ископаемого углерода в отходах (FCF)

Содержание ископаемого углерода в различных типах отходов приведено в таблицах 6.2 (для компонентов ТКО) и 6.4 (МПП №15-р, 2015). Компонентный состав сжигаемых отходов приведен в таблицах 6.2 (для ТКО) и 6.5. Итоговые расчетные значения FCF в сжигаемых отходах приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.4 – Содержание ископаемого С во влажных промышленных отходах (МПП №15-р, 2015)

Отходы, содержащие органические компоненты	FCF*, %
Нефтепродукты, растворители и пластик	80
Текстиль	16
Резина	17
Отходы строительства и демонтажа	20

Примечание - * Значения, приведенные в процентах, при расчетах были переведены в доли

Таблица 6.5 – Компонентный состав отдельных видов и групп сжигаемых отходов

Наименование отхода	Состав, %	Источник данных
<i>Нефтедержащие отходы с содержанием нефтепродуктов менее 15%:</i>		
воды от промывки оборудования для транспортирования и хранения нефти и/или нефтепродуктов (содержание нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; МПП 15-р, 2015
воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов менее 15%	Нефтепродукты – 10%, вода, механические примеси	экспертная оценка; МПП 15-р, 2015



Наименование отхода	Состав, %	Источник данных
грунт, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, грунт, вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
лом и отходы металлов и тары из них, загрязненные нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, металл, механические примеси	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
обтирочный материал, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, текстиль (хлопок), вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
осадок механической очистки нефтесодержащих сточных вод, содержащий нефтепродукты в количестве менее 15%	Нефтепродукты – 10%, песок, вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
отходы упаковки из бумаги и картона, загрязнённые нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, бумага, вода	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
песок, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, песок, вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
растворы буровые при бурении нефтяных скважин отработанные малоопасные	Нефтепродукты – 10%, вода, глина, добавки	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
сорбенты на основе торфа и/или сфагнового мха, загрязненные нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, смесь органической	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязнённая нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)	Нефтепродукты – 10%, текстиль, песок, железо, вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
шламы буровые при бурении, связанном с добычей природного газа и газового конденсата, малоопасные	Нефтепродукты – 10%, хлорид натрия; глина, вода	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
<i>Нефтесодержащие отходы с содержанием нефтепродуктов более 15%:</i>		
воды от промывки оборудования для транспортирования и хранения нефти и/или нефтепродуктов (содержание нефтепродуктов 15% и более)	Нефтепродукты – 20%, вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более	Нефтепродукты – 20%, вода, механические примеси	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
обтирочный материал, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15% и более)	Нефтепродукты – 20%, текстиль (хлопок), вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
опилки и стружка древесные, загрязнённые нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15% и более)	Нефтепродукты – 20%, древесина, вода	экспертная оценка; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
отходы зачистки моечных машин, содержащие нефтепродукты в количестве 15% и более	Нефтепродукты – 20%, вода, механические примеси	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
растворы буровые на углеводородной основе при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, отработанные умеренно опасные	Нефтепродукты – 20%, вода, глина, добавки	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015



Наименование отхода	Состав, %	Источник данных
сорбенты на основе торфа и/или сфагнового мха, загрязненные нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов 15% и более)	Нефтепродукты – 20%, смесь органоминеральная	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, с применением бурового раствора на углеводородной основе умеренно опасные	Нефтепродукты 20%, вода, шлам	экспертная оценка; паспорт отхода предприятия СО; МПР 15-р, 2015
<i>Прочие промышленные отходы:</i>		
фильтры очистки топлива и масла отработанные	металл, полимер - 15%, нефтепродукты - 20%, бумага, песок	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
фильтры воздушные отработанные	металл, полимеры - 25%, нефтепродукты - 10%, бумага, песок	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
всплывшие нефтепродукты из нефтеловушек и аналогичных сооружений	нефтепродукты - 80%, вода, механические примеси	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
смеси нефтепродуктов, собранные при зачистке средств хранения и транспортирования нефти и нефтепродуктов	Нефтепродукты – 78%; вода, взвешенные вещества	ГУПР и ООС МПР по ХМАО № 75-Э, 2004; МПР 15-р, 2015
шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов	нефтепродукты - 75%, песок, вода	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
нефтяные промывочные жидкости, содержащие нефтепродукты менее 70%, утратившие потребительские свойства	Нефтепродукты – 70%, вода, механические примеси	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
отходы минеральных, синтетических и полусинтетических масел	нефтепродукты - 98%, вода, механические примеси	экспертная оценка; паспорта отходов предприятий СО; Росприроднадзор №810, 2015; МПР 15-р, 2015
отходы полиэтиленовых и полипропиленовых изделий	пластмассы - 100%	Экспертная оценка; ГУПР и ООС МПР по ХМАО № 75-Э, 2004; МПР 15-р, 2015
отходы антифризов на основе этиленгликоля	этиленгликоль - 50 - 60%, вода - 40 - 45%, механические примеси	экспертная оценка
отходы противоводокристаллизационной жидкости на основе этилцеллозольва и метанола	Этилцеллозольв и метанол – 100%	экспертная оценка
шины автомобильные	Синтетический каучук - 96%	экспертная оценка, ГУПР и ООС МПР по ХМАО № 75-Э, 2004; МПР 15-р, 2015
отходы (тара из чёрных металлов, бумага и картон) загрязнённые лакокрасочными материалами (содержание менее 5%)	Лакокрасочные материалы – 5%, металл, бумага, картон	экспертная оценка; МПР 15-р, 2020
инструменты лакокрасочные (кисти, валики), загрязнённые лакокрасочными материалами (в количестве 5% и более)	Отходы строительства и демонтажа: древесина, пластик, текстиль, щетина, лакокрасочные материалы	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
отходы материалов лакокрасочных на основе акриловых полимеров в водной среде	лакокрасочные полимеры – 10,4%, влага – 89,6%	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015



Наименование отхода	Состав, %	Источник данных
спецодежда из хлопчатобумажного и смешанных волокон, утратившая потребительские свойства, незагрязненная	Отходы текстиля: синтетические волокна – 40%, природные волокна – 60%	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
отходы резинометаллических и резинотехнических изделий	Резина – 100%	экспертная оценка; МПР 15-р, 2015
отходы (мусор) от строительных и ремонтных работ	Древесина, металл, штукатурка, бетон, бумага, кирпич, пластик, стекло (строительство и демонтаж)	экспертная оценка, МПР 15-р, 2015
<i>ТКО:</i>		
отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)	Состав ТКО Сахалинской области, приведен в таблице 6.2.	Минэкологии СО, 2021 (а); МПР 15-р, 2015.

Коэффициент окисления углерода (OF)

Предполагается, что для специализированных установок сжигания отходов эффективность близка к 100%, так что был выбран коэффициент окисления углерода равный 1 (МПР №15-р, 2015).

6.3 Оценка выбросов CH₄ от объектов очистки коммунально-бытовых сточных вод

Выбросы CH₄ в системах очистки сточных вод образуются в процессе анаэробного разложения метаногенными бактериями органического вещества в воде или осажденном иле. Таким образом, только очистные сооружения, в составе которых есть анаэробные сооружения, а также некорректно работающие аэробные очистные сооружения могут служить его источником.

Расчет выбросов CH₄ из бытовых сточных вод был проведен согласно уравнению (формула 6.7) (МПР 15-р, 2015):

$$\text{Выбросы } CH_4 = \sum_{i,j} [(U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j)] \cdot (TOW - S) - R \quad (6.7)$$

где *Выбросы CH₄* - выбросы CH₄ от бытовых сточных вод, тыс. т;

TOW - общее количество органических веществ в сточных водах, тыс. т БПК,

T_{i,j} - степень применения систем очистки *j*, для каждой группы населения *i*,

U_i - доля населения в группах по урбанизации *i*,

i - группы населения по степени урбанизации,

j – каждая система очистки,



EF_j - коэффициент выбросов от каждой использованной системы очистки, кг $\text{CH}_4/\text{кгБПК}$,

S – количество извлеченного осадка/ила, тыс. т БПК,

R - количество рекуперированного метана, CH_4 кг/год.

Более подробно выбор исходных данных и параметров для расчета описан далее.

Общее количество органически разлагаемого вещества в сточных водах (TOW)

Общее количество биологически разлагаемого вещества в сточных водах было рассчитано согласно уравнению (формула 6.8) (МПП №15-р, 2015):

$$TOW = P \cdot BOD \cdot 10^{-6} \cdot 365 \cdot I \quad (6.8)$$

где TOW - Общая масса органических веществ в сточных водах, тыс. т БПК,

P - численность населения, тыс. человек,

BOD - образование БПК на одного жителя, г/человек/сутки,

10^{-6} - перевод из граммов БПК в ты БПК,

365 - перевод из суток в год,

I - поправочный коэффициент для дополнительных промышленных сбросов БПК в систему коммунально-бытовой канализации.

В качестве значения загрязняющих веществ, приходящихся на одного жителя (BOD), было использовано национальное значение 60 БПК г/человек/сутки (МПП №15-р, 2015). Значение I составило для собранных сточных вод 1,1, а для несобранных – 1,0 (МПП №15-р, 2015).

Вывоз жидких бытовых стоков (далее ЖБО) в систему централизованной канализации или на полигоны не учитывался, так как было невозможно рассчитать изменение количества БПК в системах очистки, а также учесть периодичность вывоза. Это могло привести к некоторому завышению выбросов, в том случае, если ЖБО вывозились на аэробные очистные сооружения.

Данные о численности населения приведены в таблице 6.5.

Количество органического компонента, извлеченного в качестве осадка (S)

Выбросы метана от осадков сточных вод учитывалось вместе со стоками, и масса удаляемого ила была принята равной нулю.



Степень применения систем очистки/сброса (Т) для жителей территорий с разной степенью урбанизации (U)

Согласно собранной информации, в Сахалинской области применяются как аэробные, так и анаэробные биологические методы централизованной очистки коммунально-бытовых стоков. В качестве локальных сооружений очистки сточных вод рассматривались только септические резервуары, в виду отсутствия данных о конкретных применяемых технологиях.

В связи с этим, в расчетах выбросов ПГ от бытовых сточных вод были рассмотрены следующие типы систем очистки и сброса:

- централизованные коммунальные очистные сооружения (КОС) с аэробной и анаэробной биологической очисткой стоков (система 1);
- системы с обработкой стока на месте и использованием септических резервуаров (система 2);
- различных систем с обработкой стока на месте и использованием сливных ям/отхожих мест (система 3).

В качестве характеристики, отражающей пути очистки сточных вод, были использованы статистические данные об обеспечении жилого фонда канализацией (в том числе централизованной) (таблица 6.5). Степень применения в Сахалинской области централизованных систем очистки (системы типа 1) определялась через долю площади жилого фонда, оборудованного централизованной канализацией. Степень применения систем типа 2 определялась через долю площади жилого фонда, оборудованного нецентрализованной канализацией. Для всех остальных домов и квартир было принято, что они используют сливные ямы/отхожие места для утилизации бытовых сточных вод. Данные о площадях жилого фонда, оборудованного канализацией, в том числе централизованной, предоставлены по запросу Минэкологии Сахалинской области.

Так как, согласно полученной информации, часть загрязненных стоков проходят КОС, оборудованные только механической очисткой стоков, от которых практически не образуются выбросы CH_4 , то в данные о степени применения в Сахалинской области системы типа 1 была внесена поправка, учитывающая что не все централизованно собираемые стоки проходят биологическую очистку. Ввиду отсутствия данных за 2023 год в оценке были использованы значения объемов сточных вод за 2022 г., пропущенных через КОС, в том числе на биологическую очистку, предоставленные Сахалинстатом (таблица 6.5). При этом выбросы CH_4 от водных объектов, в которые при этом производится слив загрязненных сточных вод считались незначительными и в расчет не включались.



Так как на городских и сельских территориях проживает разное количество людей, то были учтено использование таких систем на городских и сельских территориях с использованием удельного веса численности их жителей (показатель U). В расчете были использованы значения среднегодовой постоянной численности городских и сельских жителей за 2023 год (ЕМИСС, 2024). Все значения численности людей, использованные в этих расчетах, приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Исходные данные за 2023 год для оценки выбросов ПГ от КБС Сахалинской области

Показатели	Единицы измерения*	Данные
Численность городского населения СО	тыс. чел.	379,6
Численность сельского населения СО	тыс. чел.	79,4
Удельный вес площади городского жилищного фонда, оборудованной централизованной канализацией	%	85
Удельный вес площади городского жилищного фонда, оборудованной нецентрализованной канализацией	%	7
Удельный вес площади городского жилищного фонда, не оборудованной канализацией	%	8
Удельный вес площади сельского жилищного фонда, оборудованной централизованной канализацией	%	64
Удельный вес площади сельского жилищного фонда, оборудованной нецентрализованной канализацией	%	16
Удельный вес площади сельского жилищного фонда, не оборудованной канализацией	%	20
Объем сточных вод, пропущенных через КОС	тыс. м ³	22 949,6
- в том числе на биологическую очистку	тыс. м ³	22 202,0

Примечание - * Значения, приведенные в процентах, при расчетах были переведены в доли

Выбор коэффициентов выбросов (EF)

Коэффициент выбросов CH₄ для каждой системы очистки сточных вод был рассчитан по формуле 6.9 (МПП №15-р, 2015):

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j \quad (6.9)$$

где EF_j = коэффициент выбросов кг CH₄ / кг БПК,

j = каждая система очистки,

B_o = максимальная способность образования CH₄, кг CH₄/кг БПК,

MCF_j = поправочный коэффициент для метана (дробь).



Использованные для разных систем очистки бытовых стоков значения MCF приведены в таблице 6.7. В виду отсутствия данных об применении на централизованных КОС аэробных и анаэробных систем очистки был применен усредненный показатель MCF. В случае преобладания аэробных систем очистки он может давать завышенный результат выбросов, и наоборот.

В качестве значения V_0 было использовано рекомендуемое значение из Методического руководства, равное 0,6 кг CH_4 /кг БПК.

Таблица 6.7 – Значения MCF для разных систем очистки КБС (МПП №15-р, 2015)

Системы обработки стоков	Примечания	MCF
Система 1	Централизованные водоочистные сооружения	0,4*
Система 2	Септические резервуары	0,5
Система 3	Отхожее место, влажный климат, уровень грунтовых вод выше, чем отхожее место	0,7

Примечание - * среднее для аэробных и анаэробных систем очистки

6.4 Оценка выбросов CH_4 от объектов очистки промышленных сточных вод

Расчет выбросов CH_4 из промышленных сточных вод был проведен согласно уравнению (формула 6.10) (МПП №15-р, 2015):

$$\text{Выбросы } CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) \cdot EF_i - R_i] \quad (6.10)$$

где *Выбросы CH_4* - выбросы CH_4 от очистки промышленных сточных вод, тыс. т,

TOW_i - общее количество органически разложимого материала в промышленных сточных водах *i*, тыс. т ХПК,

i - тип сточных вод в зависимости от сектора промышленности и соответствующая ему система очистки,

S_i - количество органического компонента, удаленного как отстой тыс. т ХПК,

EF_i - коэффициент выбросов для систем очистки/сброса сточных вод промышленности *i*, кг CH_4 / кг ХПК,

R_i - количество рекуперированного CH_4 тыс. т.

Более подробно выбор исходных данных и параметров для расчета описан далее.

Органически разлагаемый материал в промышленных сточных водах (TOW)

Количество органически разлагаемых веществ в промышленных сточных водах определялось через уравнение (формула 6.11) (МПП №15-р, 2015):



$$TOW_i = P_i \cdot W_i \cdot COD_i \cdot 10^{-6} \quad (6.11)$$

где TOW_i - общее количество органически разлагаемого материала в промышленных сточных водах i , тыс. т ХПК,

i - промышленный сектор,

P_i - общий объем производства промышленного сектора i , т,

W_i - образование сточных вод, м³/т продукта,

COD_i - содержание разлагаемых промышленных органические компоненты в сточных водах кг ХПК/м³,

10^{-6} - перевод из кг ХПК в тыс. т ХПК.

Данные по объему производства продукции от отдельных отраслей промышленного производства были взяты из статистических данных, представленных Сахалинстатом, о производстве отдельных видов продукции в натуральном выражении и сгруппированы по типам производства, указанным в таблице 6.8. Итоговый список выбранных видов продукции и данные о массе их производства в 2023 году представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.8 – Данные по образованию сточных вод (W) и содержанию в них биологически разложимых веществ (COD) в промышленных сточных водах (МПП №15-р, 2015)

Тип производства	Образование сточных вод (м ³ /тонн)	ХПК (кг/м ³)
Пивоварение	6,3	2,9
Молочная продукция	7	2,7
Рыбопереработка	13	2,5
Мясо и птица	13	4,1
Пластмассы	0,6	3,7

Таблица 6.9 - Производство отдельных видов промышленной продукции* в 2023 г.

Отрасль	Наименование продукции	Единицы измерения	Производство продукции
Пивоварение	Пиво, кроме отходов пивоварения	тыс. дкл.	1 146,7
	Итого:	тонн	11 466,5
Переработка молока	Молоко жидкое обработанное, включая молоко для детского питания	тонн	17 122,6
	Сливки	тонн	71,6
	Масло сливочное и пасты масляные	тонн	283,7
	Сыр и творог, включая творог и творожные продукты для детей раннего возраста	тонн	1 653,2
	Продукты кисломолочные (кроме творога и продуктов из творога)	тонн	8 069,4
	Сыворотка	тонн	193,2



Отрасль	Наименование продукции	Единицы измерения	Производство продукции
	Продукция молочная, не включенная в другие группировки	тонн	890,9
	Итого:	тонн	28 284,5
Переработка рыбы	Рыба переработанная и консервированная, ракообразные и моллюски	тонн	461 524,1
Переработка мяса	Мясо и субпродукты - всего	тонн	8 948,0
	Изделия колбасные, включая изделия колбасные для детского питания	тонн	1 802,5
	Полуфабрикаты мясные, мясосодержащие, охлажденные, замороженные	тонн	1 503,4
	Продукты из мяса и мяса птицы	тонн	467,0
	Изделия кулинарные мясные, мясосодержащие и из мяса и субпродуктов птицы охлажденные, замороженные	тонн	92,7
	Масла и жиры животные и их фракции нерафинированные, т	тонн	8 919,7
	Итого:	тонн	21 733,2
Переработка овощей и фруктов	Флодоовощные консервы	тыс.банок усл.	128,00
	Продукция соковая прочая	тыс.банок усл.	0,00
	Овощи (кроме картофеля) резаные, расфасованные в пакеты	тонн.	0,82
	Итого:	тонн	52
Производство пластмасс	Пластмассы в первичных формах	тонн	0

Примечание* - данные по продукции «Нефть, поступившая на переработку (первичная переработка нефти) с 2023 не представляются в открытой отчетности и исключены из оценки выбросов ПГ

Использованные для соответствующих отраслей данные по образованию сточных вод (W) и содержанию в них биологически разложимых веществ (COD) представлены таблице 6.7 и взяты из рекомендованных значений Методического руководства (МПП №15-р, 2015).

Рекуперация метана (R)

Данные о рекуперации метана при очистке промышленных стоков отсутствуют, значение принималось равным нулю (МПП №15-р, 2015).

Удаление отстоя сточных вод (S)

Выбросы метана от осадков сточных вод на водоочистных сооружениях учитывались совместно с загрязненными стоками. Масса удаляемого ила принималась равной нулю.



Коэффициент выбросов (*EF*)

Коэффициенты выбросов CH_4 для промышленных сточных вод определялись через уравнение (формула 6.12) (МПП №15-р, 2015):

$$EF_i = B_o \cdot MCF_i \quad (6.12)$$

где EF_i - коэффициент выбросов для каждого пути или системы очистки/сброса, кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ ХПК,

i - путь или система очистки/сброса для сточных вод сектора промышленности,

B_o - максимальная способность образования CH_4 , кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ ХПК,

MCF_i - поправочный коэффициент для метана (дробь).

В качестве значения B_o было использовано значение по умолчанию из Методического руководства, составляющее 0,25 кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ ХПК (МПП №15-р, 2015). Так как данные о применяемых на предприятиях системах очистки промышленных сточных вод отсутствуют, то в расчете было использованное среднее из рекомендованных в Методическом руководстве значений MCF для аэробных и анаэробных систем очистки, равное 0,4 (МПП №15-р, 2015).

6.5 Оценка выбросов закиси азота из сточных вод

Методология оценки выбросов из сточных вод основывается на предположении, что весь азот, относящийся к потреблению и бытовому использованию, в конце концов попадает в водотоки. Использованная методика не учитывает часть промышленных стоков, но охватывает весь сектор бытового водопользования.

Выбросы N_2O из сточных вод определялись с помощью уравнения (формула 6.13) (МПП №15-р, 2015):

$$\text{Выбросы } \text{N}_2\text{O} = N_{\text{сток}} \cdot EF_{\text{сток}} \cdot 44/28 \quad (6.13)$$

где *Выбросы N_2O* - выбросы N_2O от сточных вод, тыс. т,

N сток – количество азота в сточных водах, сброшенных в водную среду, тыс. т,

EF сток - коэффициент выбросов N_2O при сбросе сточных вод кг $\text{N}_2\text{O}-\text{N}/\text{кг}$ N,

44/28 - коэффициент для преобразования кг $\text{N}_2\text{O}-\text{N}$ в кг N_2O .



Общее количество азота в сточных водах рассчитывалось по уравнению (формула 6.14) (МПП №15-р, 2015):

$$N_{\text{сток}} = (P \cdot \text{Протеин} \cdot FNPR \cdot FN0N-C0N \cdot \text{Find-com} \cdot 10^{-3}) - \text{Notстой} \quad (6.14)$$

где $N_{\text{сток}}$ - общее годовое количество азота в отводе сточных вод, тыс. т,

P - численность населения, тыс. чел.,

Протеин - годовое потребление протеина на душу населения, кг/человек/год,

$FNPR$ - доля азота в протеине,

$F_{\text{non-com}}$ - коэффициент для непотребленного протеина, сброшенного в сточные воды,

Find-com - коэффициент для количества промышленного и коммерческого протеина, попутно сброшенного в канализационную систему,

Notстой – количество азота, удаленного с отстоем сточных вод, тыс. т,

10^{-6} - перевод из т в тыс. т.

Более подробно выбор исходных данных и параметров для расчета описан далее.

Общее количество азота в сточных водах

Годовое потребление протеина на душу населения в 2020 году было рассчитано исходя из данных о количестве потребления белков на душу населения, полученного из исследований Росстатом питания домохозяйств Сахалинской области, представленных Сахалинстатом. При оценке численности населения были использованы значения среднегодовой постоянной численности жителей Сахалинской области за 2023 год (ЕМИСС, 2024). Все исходные данные приведены в таблице 6.9.

Доля азота в протеине ($FNPR$), коэффициент для непотребленного протеина, сброшенного в сточные воды ($F_{\text{non-com}}$); коэффициент для количества промышленного и коммерческого протеина, попутно сброшенного в канализационную систему (Find-com); азот, удаленный с отстоем сточных вод (Notстой).

Использованные в расчетах значения $FNPR$, $FN0N-C0N$, Find-com и Notстой приведены в таблице 6.10, и взяты из рекомендованных значений Методических рекомендаций.

Таблица 6.10 – Данные и параметры для оценки выбросов N_2O (МПП №15-р, 2015; МГЭИК, 2006)

Показатель	Значение	Размерность
P	459,06	тыс. чел.



Потребления белков на душу населения	75,7	г/чел*сут
FNPR	0,16	кг N/кг протеина
Нотстой	0	кг N/год
FNON-C0N	1,1*	коэффициент
Find-com	1,25	коэффициент
ЕГсток	0,005	кг N ₂ O-N/кг N

Примечание - * взято более корректное значение из (МГЭИК, 2006)

Выбор коэффициентов выбросов

Использованный в расчетах коэффициент выбросов N₂O из бытовых сточных вод приведен в таблице 6.10. и взят из значений по умолчанию Методических рекомендаций.

6.6 Результаты расчета выбросов парниковых газов

Суммарный выброс парниковых газов по сектору в 2023 г. составил 353,9 тыс. т CO₂-экв. Данные об общей массе выбросов ПГ и ее разбивка по категориям приведены в таблице 6.11, а подробные выбросы по каждой категории приведены в таблицах 6.12-6.14.

Наибольший вклад в общий выброс парниковых газов от сектора «Отходы» в 2023 году внесли эмиссии CH₄ от захоронения твердых отходов, составив 64,8%. При этом вклад только ТКО в выбросы от захоронения отходов составил 98,3%.

Выбросы CH₄ и N₂O от очистки и сброса сточных вод являются следующим по величине вклада, составив 33,5%, при этом вклад только выбросов CH₄ составил 94,5% от них. Вклад выбросов от КБС составил в этой категории 64,3%.

Выбросы CO₂ от сжигания отходов составили только 1,7%, при этом ведущую роль в этих выбросах имело сжигание нефтесодержащих промышленных отходов.

Таблица 6.11 - Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы», тыс. тонн CO₂-экв.

Год	Захоронение твердых отходов	Сжигание отходов	Очистка и сброс сточных вод		Итого
	Выброс CH ₄	Выброс CO ₂	Выброс CH ₄	Выброс N ₂ O	
2023	229,48	6,04	111,88	6,53	353,94

Таблица 6.12 - Выбросы CH₄ от захоронения твердых отходов на СТО, тыс. тонн

Год	Захоронение твердых отходов			Итого
	ТКО (управляемые аэробные СТО)	ТКО (неклассифицированные СТО)	ТПО (управляемые аэробные СТО)	
2023	5,52	3,50	0,15	9,18

Таблица 6.13 - Выбросы CO₂ от сжигания отходов, тыс. тонн



Год	Сжигание отходов		
	ТКО	ТПО	Итого
2023	0,001	6,04	6,04

Таблица 6.14 - Выбросы парниковых газов от сточных вод, тыс. тонн

Год	Очистка сточных вод			Выброс N ₂ O от КБС
	Выброс CH ₄ от КБС	Выброс CH ₄ от промышленных стоков	Выброс CH ₄ итого	
2023	2,78	1,69	4,48	0,02



6.7 Усовершенствования и пересчеты

В расчеты 2019-2022 годов были внесены некоторые изменения при оценке выбросов ПГ от захоронения ТКО, очистки и сброса сточных вод, в том числе по причине:

- изменения плотности отходов при вычислении массы захороненных ТКО с 2015 г.;
- изменения состава ТКО Сахалинской области, в т.ч. г. Южно-Сахалинска;
- пересчета Росстатом среднегодовой численности населения Сахалинской области в 2019-2021 гг.;
- изменения подхода к восстановлению отсутствующих данных об оборудовании жилых помещений централизованной канализацией для 2021-2022 гг.;
- пересчета статистических данных об общей площади жилых помещений в городских и сельских населенных пунктах за 2019 и 2021 гг.;
- изменения количества пропущенных сточных вод, в том числе на биологическую очистку, за 2022 год;
- исключение производства продукции «Нефть, поступившая на переработку (первичная переработка нефти)» из всех лет расчета.

Итоговые данные о выбросах ПГ за период 2019-2022 приведены в таблице 6.15.

Таблица 6.15 - Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы», тыс. тонн CO₂-экв.

Год	Захоронение твердых отходов	Сжигание отходов	Очистка и сброс сточных вод		Итого
	Выброс CH ₄	Выброс CO ₂	Выброс CH ₄	Выброс N ₂ O	
2019	262,01	16,90	109,89	6,81	395,60
2020	250,20	11,14	115,94	7,10	384,38
2021	239,59	12,97	106,43	7,51	366,49
2022	236,38	8,79	114,84	5,06	365,07

Захоронение твердых отходов. В дальнейшем планируется уточнение количества захороненных отходов, в том числе по свалкам и полигонам различных типов и степени контролируемости. Будет проводиться сбор данных для получения информации об охвате населения централизованным сбором отходов, а также о сборе отходов в сельских населенных пунктах.

Сжигание отходов. Планируется уточнение состава сжигаемых отходов и содержания в них ископаемого углерода.

Очистка коммунальных сточных вод. Планируется сбор данных для уточнения характеристик систем очистки сточных вод в Сахалинской области.



Очистка промышленных сточных вод. В дальнейшем планируется сбор данных о применяемых в Сахалинской области технологиях очистки сточных вод в разных отраслях промышленности и соответствующих данных о деятельности предприятий.

6.8 Неопределенности оценок выбросов

Оценка неопределенностей выбросов CH_4 проводилась по методу уровня 1 МГЭИК (МГЭИК, 2000, 2006). Использовались формулы расчета неопределенностей от суммы и произведения независимых случайных величин (Зайдель, 1985; МГЭИК, 2006).

Выбросы CH_4 от захоронения твердых отходов. Неопределенность исходных данных о вывозе и захоронении ТКО и ТПО принята в 30% как для стран, обладающих данными о вывозе отходов. Для ТКО оценка неопределенности количества вывозимых на управляемые СТО отходов принята в 30%, для не классифицированных - 40%.

Для использованных в расчете по ТКО национальных значений DOC принятая неопределенность составила для управляемых СТО - 10%, для неклассифицированных – 20%, а для значений DOC по ТПО - 30%. Общая неопределенность состава отходов ТКО составила 30%, так как были использованы реальные национальные данные, основанные на исследованиях. Для ТПО также была принята неопределенность для состава отходов в 30%. Для оценки неопределенности MCF, k, DOCf и F приняты данные МГЭИК (МГЭИК, 2006) по умолчанию. Неопределенность данных для оценки выбросов CH_4 от захоронения ТКО на управляемых анаэробных СТО составила 52%, а коэффициентов и параметров – 33%. Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CH_4 от захоронения отходов на управляемых анаэробных СТО составила 61%.

Неопределенность данных для оценки выбросов CH_4 от захоронения ТКО на неклассифицированных СТО составила 71%, а коэффициентов и параметров – 66%. Для ТПО эти данные составили 36% и 29% соответственно. Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CH_4 от захоронения отходов на неклассифицированных СТО составила 93%, что отражает отсутствие информации о применяемых технологиях захоронения и низкое качество данных о количестве размещаемых на СТО отходов.

Выбросы CO_2 от сжигания отходов. Неопределенность исходных данных Росприроднадзора о массе сжигаемых отходов взята по умолчанию (МГЭИК, 2006) и составила 5%. Неопределенность коэффициентов выбросов составила 25,5%. Общая неопределенность оценки выбросов составила 26%.



Выбросы CH_4 от систем очистки сточных вод. Неопределенность исходных данных Росстата о численности населения, V_0 и I взята по умолчанию (МГЭИК, 2006). Неопределенность исходных данных об оборудовании квартир - 15%, национальных данных об образовании БПК на человека – 30%. Принятая для разных систем очистки стоков неопределенность MCF составляет: для системы 1 – 20%, для системы 2 – 30%, и для системы типа 3 – 50%. Полученная в результате расчетов неопределенность данных при оценке выбросов метана от коммунально-бытовых стоков составляет 30%, а коэффициентов выбросов – 29%. Общая неопределенность оценки выбросов метана от очистки бытовых стоков составила 42%.

Выбросы CH_4 от промышленных сточных вод. Неопределенность исходных данных Росстата о производстве отдельных видов продукции и V_0 взята по умолчанию (МГЭИК, 2006). Для данных об образовании ХПК взята неопределенность 75%. Принятая для разных систем очистки стоков неопределенность MCF оценена как 125%. Полученная в результате расчетов неопределенность данных для оценки выбросов метана от промышленных стоков составила 76%, а коэффициентов выбросов - 129%. Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов метана от промышленных стоков составила 149%, что отвечает недостаточности данных в разных отраслях промышленности о применяемых системах очистки стоков и процессах образования метана в них.

Выбросы N_2O от фекальных сточных вод. Неопределенность исходных статистических данных Росстата о численности населения, потреблении протеина, доли азота в протеине, коэффициентов для дополнительного протеина и непотребленного протеина, а также коэффициента выбросов N_2O взята по умолчанию (МГЭИК, 2006). Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов составила 2496% из-за значительной неопределенности коэффициента выбросов N_2O , основанного на ограниченных данных и предположениях.

Общая неопределенность выбросов ПГ от сектора составила 74%.



ГЛАВА 7. ОЦЕНКА КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ И ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ФОРМИРУЮЩИХ 80% СУММАРНЫХ ВЫБРОСОВ В РЕГИОНЕ

Для определения основных видов деятельности влияющих на выбросы парниковых газов в регионе проводится оценка ключевых категорий источников. Ключевая категория - категория, которая оказывает значительное влияние на совокупный выброс парниковых газов по абсолютной величине (уровню выброса), тенденции, или неопределенности оценок его величины в кадастре. Для ключевых категорий следует использовать методы, позволяющие получить более точные оценки (методы второго и третьего уровня), которые изложены в описании методик по отдельным секторам. Категории являются ключевыми, если при их суммировании в порядке убывания абсолютных величин полученное значение составит до 95 процентов от совокупной величины выбросов. Эффективной практикой является оценка вклада и в уровень, и в тенденцию выбросов. Если кадастр готовился только за один год, выполняется оценка уровня. Более подробно методика и подходы к оценке ключевых категорий приведены в Методических рекомендациях (МПР №15-р, 2015) Приложение 1-1, глава 4.

Для кадастра Сахалинской области проведена оценка вклада категорий в уровень выбросов, определены категории (в порядке убывания), суммарные выбросы от которых составляют до 80 и до 95 процентов от совокупной величины выбросов. Ключевые категории определены с учетом и без учета сектора ЗИЗЛХ. Результаты оценки ключевых категорий приведены в Приложении 4 к настоящему отчету.

Основной вклад в выбросы ПГ без учета сектора ЗИЗЛХ в 2023 году в Сахалинской области вносят следующие категории, формирующие 80% суммарных выбросов в регионе:

1. выбросы CO₂ от стационарного сжигания природного газа (35,0%),
2. выбросы CO₂ от стационарного сжигания твердого топлива (10,0%),
3. выбросы CO₂ от трубопроводного транспорта (9,0%),
4. выбросы CO₂ от транспорта предприятий (7,0%)
5. фугитивные выбросы метана от добычи и последующих операций в нефтегазовом секторе (6,0%),
6. выбросы CO₂ от сжигания топлива водным транспортом (6,0%).
7. выбросы CO₂ от сжигания другого моторного топлива (4,0%),

С учетом сектора ЗИЗЛХ 80% суммарных нетто-выбросов в регионе в 2023 году формируются за счет следующих категорий:



1. Поглощение CO_2 на лесных землях – вклад категории в совокупный выброс составляет 48%,
2. выбросы CO_2 от стационарного сжигания природного газа (17%),
3. выбросы CO_2 от стационарного сжигания твердого топлива (5%),
4. выбросы CO_2 от трубопроводного транспорта (4%),
5. выбросы CO_2 от транспорта предприятий (4%)
6. фугитивные выбросы метана от добычи и последующих операций в нефтегазовом секторе (3%).



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Внутренний рынок газа, 2015. Внутренний рынок газа. Экспертно-аналитический доклад// Фонд национальной энергетической безопасности, – М., май 2015 г., – 17 с.
2. Годовой отчет, 2015. ПАО Газпром. Годовой отчет за 2015 г. (<http://www.gazprom.ru/f/posts/26/228235/gazprom-annual-report-2015-ru.pdf>)
3. Госстрой СССР, 1973. СН 452-73. Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов. – М.: Стройиздат. – 5 с.
4. Госстрой СССР, 1974а. СН 459-74. Нормы отвода земель под нефтяные и газовые скважины. – М.: – 8 с.
5. Госстрой СССР, 1974б. СН 461-74. Нормы отвода земель для линий связи. – М.: Стройиздат. – 7 с.
6. Госстрой СССР (1975). СН 465-74. Нормы отвода земель для электрических сетей напряжением 0,4-500 кВ. – М.: Стройиздат. – 12 с.
7. Госстрой СССР (1985). СНиП 2.05.02-85. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. – М.: – 54 с.
8. Госстрой СССР (1995). СНиП 32-01-95. Строительные нормы и правила РФ. Железные – М.: – 21 с.
9. ГОСТ Р 54097-2010. ГОСТ Р 54097-2010 Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации – М: Стандартиформ 2011.
10. ГУПР и ООС МПР по ХМАО № 75-Э, 2004. Примерный компонентный состава опасных отходов, присутствующих в ФККО, которые не нуждаются в подтверждении класса опасности для окружающей природной среды". Утвержден приказом ГУПР и ООС МПР России по Ханты-Мансийскому автономному округу № 75-Э от 16.06.2004 г.
11. ЕМИСС, 2024. Единая межведомственная информационно – статистическая система. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/>, открытый.
12. Замолодчиков и др., 2007. Замолодчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л. (2007). Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации // Лесоведение. № 6. С. 23-34.
13. Замолодчиков и др., 2011. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н. (2011). Динамика бюджета углерода лесов России за два прошедших десятилетия // Лесоведение. № 6. С. 16-28.
14. Замолодчиков и др., 2013а. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л., Блинов В.Г., Дмитриев В.В., Курц В.А. (2013а). Бюджет углерода



- управляемых лесов Российской Федерации в 1990-2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз // Метеорология и гидрология. № 10. С. 73-92.
15. Замолодчиков и др., 2013б. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Шуляк П.П., Честных О.В. (2013б). Влияние пожаров и заготовок древесины на углеродный баланс лесов России // Лесоведение. № 5. С. 36-49.
 16. Замолодчиков, 2009. Замолодчиков Д.Г. (2009). Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России: учет влияния пожаров и рубок // Лесоведение. № 4. С. 3-15.
 17. Масленников А.Ю. (2006). Мусоросортировочные предприятия. Справочник. Москва, 2006. -127 с.
 18. МГЭИК (2003). Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. Режим доступа: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpoglulucf/gpoglulucf_languages.html
 19. МГЭИК 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов Межправительственной группы экспертов по изменению климата, 2006 г. /Под ред. С. Игглестона, Л.Буэндиа, К.Мива, Т.Нгара и К.Танабе. // Т.1-5. – ИГЕС// Хайяма. 2006.
 20. Минэкологии СО, 2020. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Сахалинской области в 2019 году / Министерство экологии Сахалинской области. – Южно-Сахалинск, ООО «Эйкон», 2020. – 192 с., ил.
 21. Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И. и др. (2010). Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. – М.: Акад. коммун. хоз-ва им. К.Д. Памфилова. – 367 с.
 22. МПР № 20-р, 2017. Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов, утвержденные распоряжением Минприроды России от 30.06.2017 г. № 20-р.
 23. МПР №15-р, 2015. Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации, утвержденные распоряжением Минприроды России от 16.04.2015 №15-р.
 24. МПР №371, 2022. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.05.2022 № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов».



25. МЭР № 713, 2019. Указания по заполнению формы федерального статистического наблюдения п 4-тэр "Сведения об использовании топливно-энергетических ресурсов", утвержденные приказом Минэкономразвития от 28.11.2019 г. № 713
26. НДК, 2023. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2022 гг. в 2 томах. – М.: 2023.
27. Норман Дж. Хайн, 2008. Хайн. Норман Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти / Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. - 726 с.
28. НЦВВЭИ, 2024. Разработке алгоритмов расчетов, сбору и анализу входных данных для проведения инвентаризации выбросов и поглощения парниковых газов на территории Сахалинской области за 2023 год. – М.: 2024
29. Правительство СО №486-р, 2016. Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Сахалинской области. Утверждена распоряжением Правительства Сахалинской области от 23 сентября 2016 г. № 486-р
30. Программа инновационного развития, 2011. Программа инновационного развития ОАО «Газпром» до 2020 г., утверждена решением Совета директоров ОАО «Газпром» от 01 июня 2011 г. № 1825 (<http://www.gazprom.ru/f/posts/97/653302/programma-razvitiia.pdf>)
Патент на изобретение, 2014. Патент на изобретение № 2515242, дата регистрации 13.03.2014 г. Способ утилизации газов выветривания. Авторы: Ишков А.Г., Аكوпова Г.С., Круглова Н.Ю., Юлкин Г.М., Арабский А.К., Арно О.Б.
Постановление Правительства РФ № 1205, 2010. Постановление Правительства РФ «О совершенствовании государственного регулирования цен на газ» от 31 декабря 2010 года № 1205
31. Реестр наилучших доступных технологий, 2014. Реестр наилучших доступных технологий, обеспечивающих экологически безопасное освоение, подготовку, транспортировку, хранение и переработку углеводородного сырья ОАО «Газпром», утвержденный Членом Правления ОАО «Газпром», начальником Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа 17.11.2014 г.
32. РКИК ООН. Пересмотр руководящих принципов РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах Сторон, включенных в приложение I к Конвенции. Документ FCCC/CP/2013/10/Add.3. с. 2-25, 2014
33. Росприроднадзор №810, 2015. Перечень среднестатистических значений для компонентного состава и условия образования некоторых отходов, включенных в



- федеральный классификационный каталог отходов (с изменениями на 10.11.2015).
Утвержден приказом Росприроднадзора от 13.10.2015 г. № 810
34. Росреестр (2020). Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2018 (в разрезе субъектов Российской Федерации). – М.: Росреестр. – 5 с. Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyu-monitoring-zemel/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyu-natsionalnyu-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/>, свободный.
35. Росреестр (2024). Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2018 (в разрезе субъектов Российской Федерации). – М.: Росреестр. Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyu-monitoring-zemel/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyu-natsionalnyu-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/>, свободный.
36. Росстат, 2020. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2019 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств)/Росстат, - Москва, 2020
37. Росстат, 2024. База данных показателей муниципальных образований. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm, открытый
38. Росстат 2024. Сельские территории Российской Федерации. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/sel-terr/sel-terr.html - Загл. с экрана. – Яз. рус.
39. Сахалинская область в цифрах, 2020. Сахалинская область в цифрах: Комплексный сборник / Сахалинстат - Южно-Сахалинск, 2020, - 328 стр.
40. СТО Газпром 031-2007. СТО Газпром 031-2007 «Методика проведения измерений объемов эмиссии метана в атмосферу на объектах ОАО «Газпром»»
41. СТО Газпром 2-1.19-128-2007. СТО Газпром 2-1.19-128-2007 «Технические нормы выбросов и утечек природного газа от технологического оборудования»
42. Тайлаков, О.В. Эмиссия метана при добыче угля в России. / О.В. Тайлаков, А.Н. Кормин, М.Л. Гитарский, В.О. Тайлаков // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Том XXII. – Москва: ИГКЭ. – 2009. – С. 216-227
43. Уварова Н.Е., Грабар В.А., Бердин В.Х., Гитарский М.Л., Дыган М.М., Нахутин А.И. Национальные параметры для расчета эмиссии парниковых газов в российском нефтегазовом секторе. – Экологический вестник России, 2017, №11, с. 12-17



44. Хаустов М.Р., Редина М.М., 2006. Охрана окружающей среды при добыче нефти: научное издание / А.П. Хаустов, М.М. Редина. - Москва: Академия народного хозяйства, 2006. - 551 с.
45. Честных и др., 2004. Честных О.В., Замолотчиков Д.Г., Уткин А.И. (2004). Общие запасы биологического углерода и азота в почвах лесного фонда России //Лесоведение. № 4. С. 30-42.
46. Честных и др., 2007. Честных О.В., Лыжин В.А., Кокшарова А.В. (2007). Запасы углерода в подстилках лесов России // Лесоведение. № 6. С. 114-121.
47. Hayhurst and Lawrence, 1992. Hayhurst A.N., A.D. Lawrence. Emissions of nitrous oxide from combustion sources. Prog. Energy Combwt. Sci. 1992, Vol. IS, pp. 529-552
48. IPCC 2019, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
49. IPCC, 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. Available at <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/index.html>.
50. Lechtenbohmer et al., 2007. Lechtenbohmer S., Dienst C., Fishedick M., Hanke T., Fernandez R., Robinson D., Kantamaneni R., Gillis B. Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy, Germany, US Environmental Protection Agency, United States, ICF International, United States. Tapping the leakages: Methane losses, mitigation options and policy issues for Russian long distance gas transmission pipelines. International Journal of Green house Gas Control 1, 2007, 387-395.
51. Lelieveld et al., 2005. Lelieveld, J & Lechtenböhmer, Stefan & Assonov, Sergey & Brenninkmeijer, Carl & Dienst, Carmen & Fishedick, Manfred & Hanke, Thomas. (2005). Greenhouse Gases: Low Methane Leakage from Gas Pipelines. Nature. 434. 841-2.
52. Schepaschenko et al., 2018. Schepaschenko D., Moltchanova E., Shvidenko A., Blyshchyk V., Dmitriev E., Martynenko O., See L., Kraxner F. (2018) Improved Estimates of Biomass Expansion Factors for Russian Forests // Forests. – 9, 312. P. 1-23. – <https://doi.org/10.3390/f9060312>



ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Сахалинская область. Общие региональные выбросы

Таблица П.1.1. Отчетный год 2023. Год разработки инвентаризации 2024. Общий формат данных

Категории источников выбросов ПГ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	ГФУ	ПФУ	SF ₆	Смесь ГФУ и ПФУ	NF ₃	Всего
	CO ₂ экв. (тыс.т)								
Всего	-1 098,97	1 540,01	207,31	79,58	0,76	3,50	NK	NK	732,19
1. Энергетика	10 220,55	1 081,83	87,78						11 390,17
А.Сжигание топлива (секторальный подход)	9 755,01	12,00	86,79						9 853,80
1. Энергетические отрасли	5675,45	2,43	8,09						5 685,97
2. Промышленность и строительство	43,48	0,05	0,10						43,63
3. Транспорт	3646,82	6,06	68,60						3 721,48
4. Другие сектора	317,45	3,24	9,77						330,46
5. Прочие	71,81	0,23	0,24						72,27
В. Летучие (фугитивные) выбросы от топлива	465,54	1 069,83	0,99						1 536,36
1. Твердое топливо	0,00	323,43	0,00						323,43
2. Нефть и природный газ и другие выбросы в результате производства энергии	465,54	746,39	0,99						1 212,93
С. Транспортировка и геологическое хранение CO ₂									
2. Промышленные процессы и использование продукции	6,76	NK	NK	79,58	0,76	3,50	NK	NK	90,60
А. Производство продукции из минерального сырья	NO								NK
В. Химическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK
С. Металлургическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK



D. Неэнергетическое использование топлив и использование растворителей	6,76	NO	NO						6,76
E. Электронная промышленность				NO	NO	NO	NO	NO	NK
F. Использование продукции как заменителей озоноразрушающих веществ				79,58	0,76	NO	NO	NO	80,34
G. Производство и использование другой продукции	NO	NO	NO	NO	NO	3,50	NO	NO	3,50
H. Прочее									
3. Сельское хозяйство	0,37	76,44	109,69						186,50
A. Внутренняя ферментация		70,21							70,21
B. Сбор, хранение и использование навоза		6,24	8,62						14,86
C. Выращивание риса		NA							NK
D. Сельскохозяйственные почвы			101,07						101,07
E. Сжигание растительных остатков на полях		NO	NO						NK
F. Известкование	0,37								0,37
G. Прочее									
4. ЗИЗЛХ⁽³⁾	-11 332,68	40,37	3,30						-11 289,02
A. Лесные земли	-11 980,06	1,64	1,08						-11 977,34
B. Обрабатываемые земли	497,27	27,81							525,08
C. Сенокосы и пастбища	102,14	10,14							112,29
D. Водно-болотные угодья	9,12	0,66	0,11						9,89
E. Поселения	38,85	0,11	2,11						41,07
F. Прочие земли	NO	NO	NO						NK
G. Заготовленные лесоматериалы									
H. Прочее	NA	NA	NA						NK
5. Отходы	6,04	341,36	6,53	NA	NA	NA	NA	NA	353,94
A. Захоронение твердых отходов		229,48							229,48
B. Биологическая обработка твердых отходов		NO	NO						NK
C. Инсинерация и открытое сжигание отходов	6,04								6,04
D. Очистка и сброс сточных вод		111,88	6,53						118,42



Е. Прочее									
6. Прочее									

Справочная информация:									
Международное бункерное топливо	328,94	0,00	0,00						328,94
Авиация	180,11	0,00	0,00						180,11
Водный транспорт	148,83	0,00	0,00						148,83
Многосторонние операции									
Выбросы CO₂ от биомассы	0,00								0,00
Уловленный CO₂									
Длительное хранение С в местах захоронения отходов									

Всего выбросы, CO₂ экв.									732,19
---	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------



Таблица П.1.2. Отчетный год 2022. Год разработки инвентаризации 2024. Общий формат данных

Категории источников выбросов ПГ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	ГФУ	ПФУ	SF ₆	Смесь ГФУ и ПФУ	NF ₃	Всего
	CO ₂ экв. (тыс.т)								
Всего	-938,66	1 535,36	383,00	80,05	0,76	1,44	NK	NK	1 061,94
1. Энергетика	10 118,30	1 053,83	190,49						11 362,63
А. Сжигание топлива (секторальный подход)	9 627,00	15,02	189,41						9 831,43
1. Энергетические отрасли	5724,89	2,46	7,45						5 734,80
2. Промышленность и строительство	62,02	0,07	0,14						62,23
3. Транспорт	3346,63	8,21	163,86						3 518,70
4. Другие сектора	431,01	4,09	17,76						452,86
5. Прочие	62,47	0,19	0,2						62,86
В. Летучие (фугитивные) выбросы от топлива	491,30	1 038,81	1,08						1 531,19
1. Твердое топливо	0,00	300,44	0,00						300,44
2. Нефть и природный газ и другие выбросы в результате производства энергии	491,30	738,38	1,08						1 230,76
С. Транспортировка и геологическое хранение CO ₂									
2. Промышленные процессы и использование продукции	6,84	NK	NK	80,05	0,76	1,44	NK	NK	89,08
А. Производство продукции из минерального сырья	NO								NK
В. Химическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK
С. Металлургическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK
Д. Неэнергетическое использование топлив и использование растворителей	6,84	NO	NO						6,84
Е. Электронная промышленность				NO	NO	NO	NO	NO	NK
Ф. Использование продукции как заменителей озоноразрушающих веществ				80,05	0,76	NO	NO	NO	80,81
Г. Производство и использование другой продукции	NO	NO	NO	NO	NO	1,44	NO	NO	1,44
Н. Прочее									
3. Сельское хозяйство	0,37	75,36	174,22						249,95
А. Внутренняя ферментация		68,82							68,82
В. Сбор, хранение и использование навоза		6,54	8,24						14,78
С. Выращивание риса		NA							NK



D. Сельскохозяйственные почвы			165,98						165,98
E. Сжигание растительных остатков на полях		NO	NO						NK
F. Известкование	0,37								0,37
G. Прочее									
4. ЗИЗЛХ⁽³⁾	-11 072,96	54,94	13,23						-11 004,79
A. Лесные земли	-11 544,83	16,32	10,76						-11 517,75
B. Обрабатываемые земли	199,38	27,81	IE						227,19
C. Сенокосы и пастбища	119,19	10,15	IE						129,34
D. Водно-болотные угодья	9,12	0,66	0,11						9,89
E. Поселения	144,18	NO	2,36						146,54
F. Прочие земли	NO	NO	NO						NK
G. Заготовленные лесоматериалы									
H. Прочее	NA	NA	NA						NK
5. Отходы	8,79	351,22	5,06	NA	NA	NA	NA	NA	365,07
A. Захоронение твердых отходов		236,38							236,38
B. Биологическая обработка твердых отходов		NO	NO						NK
C. Инсинерация и открытое сжигание отходов	8,79								8,79
D. Очистка и сброс сточных вод		114,84	5,06						119,90
E. Прочее									
6. Прочее									

Справочная информация:									
Международное бункерное топливо	34,86	0,00	0,00						34,86
Авиация	1,00	0,00	0,00						1,00
Водный транспорт	33,86	0,00	0,00						33,86
Многосторонние операции									
Выбросы CO₂ от биомассы	0,00								0,00
Уловленный CO₂									
Длительное хранение С в местах захоронения отходов									

Всего выбросы, CO₂ экв.									1 061,94
---	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------



Таблица П.1.3. Отчетный год 2021. Год разработки инвентаризации 2024. Общий формат данных

Категории источников выбросов ПГ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	ГФУ	ПФУ	SF ₆	Смесь ГФУ и ПФУ	NF ₃	Всего
	CO ₂ экв. (тыс.т)								
Всего	-877,20	1 859,50	307,96	74,38	0,75	1,43	NK	NK	1 366,83
1. Энергетика	10 904,57	1 380,00	95,36						12 379,93
А. Сжигание топлива (секторальный подход)	10 392,55	11,50	95,36						10 499,41
1. Энергетические отрасли	5737,71	2,50	8,94						5 749,15
2. Промышленность и строительство	42,92	0,00	0,00						42,92
3. Транспорт	4197,59	6,00	77,48						4 281,07
4. Другие сектора	353,36	2,75	8,94						365,05
5. Прочие	60,97	0,25	0,00						61,22
В. Летучие (фугитивные) выбросы от топлива	512,02	1 368,50	0,00						1 880,52
1. Твердое топливо	0,00	306,50	0,00						306,50
2. Нефть и природный газ и другие выбросы в результате производства энергии	512,02	1 062,00	0,00						1 574,02
С. Транспортировка и геологическое хранение CO ₂									
2. Промышленные процессы и использование продукции	8,42	NK	NK	74,38	0,75	1,43	NK	NK	84,99
А. Производство продукции из минерального сырья	NO								NK
В. Химическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK
С. Металлургическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK
Д. Неэнергетическое использование топлив и использование растворителей	8,42	NO	NO						8,42
Е. Электронная промышленность				NO	NO	NO	NO	NO	NK
Ф. Использование продукции как заменителей озоноразрушающих веществ				74,38	0,75	NO	NO	NO	75,13
Г. Производство и использование другой продукции	NO	NO	NO	NO	NO	1,43	NO	NO	1,43
Н. Прочее									
3. Сельское хозяйство	0,70	91,49	199,13						291,33
А. Внутренняя ферментация		83,96							83,96
В. Сбор, хранение и использование навоза		7,53	9,61						17,15
С. Выращивание риса		NA							NK



D. Сельскохозяйственные почвы			189,52						189,52
E. Сжигание растительных остатков на полях		NO	NO						NK
F. Известкование	0,70								0,70
G. Прочее									
4. ЗИЗЛХ⁽³⁾	-11 803,87	42,00	5,96						-11 755,91
A. Лесные земли	-12 226,80	3,25	2,98						-12 220,57
B. Обрабатываемые земли	199,38	27,75							227,13
C. Сенокосы и пастбища	185,12	10,25							195,37
D. Водно-болотные угодья	8,53	0,75	0,00						9,28
E. Поселения	29,90	0,00	2,98						32,88
F. Прочие земли	NO	NO	NO						NK
G. Заготовленные лесоматериалы									
H. Прочее	NA	NA	NA						NK
5. Отходы	12,97	346,01	7,51	NA	NA	NA	NA	NA	366,49
A. Захоронение твердых отходов		239,59							239,59
B. Биологическая обработка твердых отходов		NO	NO						NK
C. Инсинерация и открытое сжигание отходов	12,97								12,97
D. Очистка и сброс сточных вод		106,43	7,51						113,93
E. Прочее									
6. Прочее									

Справочная информация:									
Международное бункерное топливо	307,38	0,00	0,00						307,38
Авиация	185,98	0,00	0,00						185,98
Водный транспорт	121,41	0,00	0,00						121,41
Многосторонние операции									
Выбросы CO₂ от биомассы	0,00								0,00
Уловленный CO₂									
Длительное хранение C в местах захоронения отходов									

Всего выбросы, CO₂ экв.									1 366,83
---	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------



Таблица П.1.4. Отчетный год 2020. Год разработки инвентаризации 2024. Общий формат данных

Категории источников выбросов ПГ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	ГФУ	ПФУ	SF ₆	Смесь ГФУ и ПФУ	NF ₃	Всего
	CO ₂ экв. (тыс.т)								
Всего	-109,00	74,75	1,10	68,98	0,63	0,00	0,00	0,00	2 159,14
1. Энергетика	11 102,21	54,89	0,30						12 563,79
А. Сжигание топлива (секторальный подход)	10 560,36	0,43	0,30						10 659,37
1. Энергетические отрасли	6 066,03	0,10	0,03						6 076,98
2. Промышленность и строительство	50,37	0,00	0,00						50,52
3. Транспорт	3 954,90	0,22	0,2						4 020,00
4. Другие сектора	411,65	0,10	0,07						433,89
5. Прочие	77,41	0,01	0,00						77,97
В. Летучие (фугитивные) выбросы от топлива	541,84	54,45	0,00						1 904,42
1. Твердое топливо	0	12,31	0						307,75
2. Нефть и природный газ и другие выбросы в результате производства энергии	541,84	42,14	0,00						1 596,67
С. Транспортировка и геологическое хранение CO ₂									
2. Промышленные процессы и использование продукции	10,25	NK	NK	68,98	0,63	0,00	0,0000628	0,00	81,28
А. Производство продукции из минерального сырья	NO								NK
В. Химическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK
С. Металлургическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NK
Д. Неэнергетическое использование топлив и использование растворителей	10,25	NO	NO						10,25
Е. Электронная промышленность				NO	NO	NO	NO	NO	NK
Ф. Использование продукции как заменителей озоноразрушающих веществ				68,98	0,63	NO	NO	NO	69,60
Г. Производство и использование другой продукции	NO	NO	NO	NO	NO	0,0000628	NO	NO	1,43
Н. Прочее									
3. Сельское хозяйство	0,70	3,57	0,73						306,64
А. Внутренняя ферментация		3,2727							81,82
В. Сбор, хранение и использование навоза		0,3010	0,0321						17,08
С. Выращивание риса		NA							NK
Д. Сельскохозяйственные почвы			0,6948						207,04



Е. Сжигание растительных остатков на полях		NO	NO						NK
Ф. Известкование	0,70								0,70
Г. Прочее									
4. ЗИЗЛХ⁽³⁾	-11 233,30	1,65	0,05						-11 176,95
А. Лесные земли	-12008,3	0,10	0,01						-12 004,23
В. Обрабатываемые земли	440,57	1,11	IE						468,38
С. Сенокосы и пастбища	109,59	0,41	IE						119,84
Д. Водно-болотные угодья	8,53	0,03	0,00						9,26
Е. Поселения	216,35	0,00	0,05						229,80
Ф. Прочие земли	NO	NO	NO						NK
Г. Заготовленные лесоматериалы									
Н. Прочее	NA	NA	NA						NK
5. Отходы	11,14	14,65	0,02	NA	NA	NA	NA	NA	384,38
А. Захоронение твердых отходов		10,01							250,20
В. Биологическая обработка твердых отходов		NO	NO						NK
С. Инсинерация и открытое сжигание отходов	11,14								11,14
Д. Очистка и сброс сточных вод		4,64	0,02						123,04
Е. Прочее									
6. Прочее									

Справочная информация:									
Международное бункерное топливо	335,39	0,00	0,00						335,39
Авиация	160,39	0,00	0,00						160,39
Водный транспорт	175,00	0,00	0,00						175,00
Многосторонние операции									
Выбросы CO₂ от биомассы	0,00								0,00
Уловленный CO₂									
Длительное хранение С в местах захоронения отходов									

Всего выбросы, CO₂ экв.									2 159,14
---	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------



Таблица П.1.5. Отчетный год 2019. Год разработки инвентаризации 2024. Общий формат данных

Категории источников выбросов ПГ ⁽²⁾	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	ГФУ	ПФУ	Смесь ГФУ и ПФУ	SF ₆	NF ₃	Всего, CO ₂ -экв.
	(тыс.т)			(тыс. т CO ₂ экв.)			(тыс. т)		
Общий объем региональных выбросов и абсорбция⁽³⁾⁽⁴⁾	-112,22	82,63	1,07	64,87	0,53	0,00	0,00	0,00	2 341,18
1. Энергетика	10 834,73	62,75	0,32						12 499,00
А. Сжигание топлива									
	10 209,88	0,45	0,32						10 315,22
1. Энергетические отрасли	5 697,25	0,10	0,03						5 707,28
2. Промышленность и строительство	74,79	0,00	0,00						74,97
3. Транспорт	3 647,55	0,20	0,19						3 710,42
4. Другие сектора	565,83	0,13	0,09						597,08
5. Прочие	224,45	0,02	0,00						225,48
В. Летучие (фугитивные) выбросы от топлива	624,86	62,30	0,00						2 183,78
1. Твердое топливо	0,00	13,87	0,00						346,75
2. Нефть и природный газ и другие выбросы в результате производства энергии	624,86	48,43	0,00						1 837,03
С. Транспортировка и геологическое хранение CO ₂									
2. Промышленные процессы и использование продукции	9,06	0,00	0,00	64,87	0,53	0,0000	0,0001	0,0000	75,92
А. Производство продукции из минерального сырья	NO								
В. Химическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
С. Металлургическая промышленность	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Д. Неэнергетическое использование топлив и использование растворителей	9,06	NO	NO						9,06
Е. Электронная промышленность				NO	NO	NO	NO	NO	
Ф. Использование продукции как заменителей озоноразрушающих веществ				64,87	0,53	NO	NO	NO	65,40
Г. Производство и использование другой продукции	NO	NO	0,00	NO	NO	NO	0,00	NO	1,46
Н. Прочее									
3. Сельское хозяйство	0,89	3,38	0,63						274,48
А. Внутренняя ферментация		3,08							77,07
В. Сбор, хранение и использование навоза		0,29	0,03						16,57
С. Выращивание риса		NA							
Д. Сельскохозяйственные почвы			0,60						179,95
Е. Сжигание растительных остатков на полях		NO	NO						



Ф. Известкование	0,89								0,89
Г. Прочее									
4. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство ⁽³⁾⁽⁴⁾	-10 973,80	1,63	0,09						-10 904,82
А. Лесные земли	-11990,37	0,08	0,00						-11 986,93
В. Обрабатываемые земли	517,70	1,11	IE						545,52
С. Сенокосы и пастбища	32,56	0,41	IE						42,70
Д. Водно-болотные угодья	8,53	0,03	0,00						9,26
Е. Поселения	457,78	0,00	0,09						484,64
Ф. Прочие земли	NO	NO	NO						
Г. Заготовленные лесоматериалы									
Н. Прочее	NA	NA	NA						
5. Отходы	16,90	14,88	0,02						395,60
А. Захоронение твердых отходов		10,48							262,01
В. Биологическая обработка твердых отходов		NO	NO						
С. Инсинерация и открытое сжигание отходов	16,90								16,90
Д. Очистка и сброс сточных вод		4,40	0,02						116,69
Е. Прочее									
6. Прочее (пожалуйста, укажите)									
Справочная информация: ⁽³⁾									
Международное бункерное топливо	415,08	0,00	0,00						415,08
Авиация	264,68								264,68
Водный транспорт	150,40								150,40
Многосторонние операции									
Выбросы CO₂ от биомассы									0,00
Уловленный CO₂									



Приложение 2. Отчетные таблицы по секторам

Представлено в электронном виде (формат MS EXCEL) и отправлено на электронную почту ecology@sakhalin.gov.ru



Приложение 3. Ключевые категории по вкладу в совокупный выброс парниковых газов в Сахалинской области в 2023 году

Таблица П.3.1 Ключевые категории по вкладу в совокупный выброс парниковых газов в 2023 году кадастра без учета вклада сектора ЗИЗЛХ

Код	Категории источников	Подкатегория	Парниковый газ	Величина выброса	Абсолютная величина выброса	Вклад категории в совокупный выброс	Вклад категории в совокупный выброс нарастающим итогом
1A1	Стационарное сжигание топлива, энергетика	Газ природный и попутный	CO2	4340	4340,02	0,35	0,35
1A1	Стационарное сжигание топлива, энергетика	Твердое топливо	CO2	1201	1201,05	0,10	0,45
1A3f	Трубопроводный транспорт	Газ природный и попутный	CO2	1078	1078,41	0,09	0,54
1A3b	Дорожный транспорт, организации	Всего	CO2	919	919,27	0,07	0,61
1B2	Летучие выбросы, нефть и газ	CH4	CH4	746	746,39	0,06	0,67
1A3e	Водный транспорт	Всего	CO2	743	743,16	0,06	0,73
1A3c	Внедорожный транспорт	Всего	CO2	523	522,68	0,04	0,77
1B2	Летучие выбросы, нефть и газ		CO2	466	465,54	0,04	0,81
1A3b	Дорожный транспорт, население	Всего	CO2	439	438,87	0,04	0,85
1B1	Летучие выбросы, твердое топливо		CH4	323	323,43	0,03	0,87
5A	Захоронение твердых отходов	Всего (CH4)	CH4	229	229,48	0,02	0,89
1A3a	Авиационный транспорт	Всего	CO2	212	212,04	0,02	0,91
1A2,4,6	Стационарное сжигание топлива, другие отрасли	Жидкое топливо	CO2	163	162,75	0,01	0,92
1A1	Стационарное сжигание топлива, энергетика	Жидкое топливо	CO2	134	133,82	0,01	0,93
1A4b	Стационарное сжигание топлива, население	Газ природный и попутный	CO2	134	133,55	0,01	0,94
5D	Очистка и сброс сточных вод	Всего (CH4, N2O)	CH4	112	111,88	0,01	0,95



Таблица П.3.2 Ключевые категории, обеспечивающие 95% выбросов парниковых газов (с учетом сектора ЗИЗЛХ)

Код	Категории источников	Подкатегория	Парниковый газ	Величина выброса	Абсолютная величина выброса	Вклад категории в совокупный выброс	Вклад категории в совокупный выброс нарастающим итогом
4А	Лесные земли лесного фонда	Поглощение	CO ₂	-12385	12385,38	0,48	0,48
1А1	Стационарное сжигание топлива, энергетика	Газ природный и попутный	CO ₂	4340	4340,02	0,17	0,65
1А1	Стационарное сжигание топлива, энергетика	Твердое топливо	CO ₂	1201	1201,05	0,05	0,70
1А3f	Трубопроводный транспорт	Газ природный и попутный	CO ₂	1078	1078,41	0,04	0,74
1А3b	Дорожный транспорт, организации	Всего	CO ₂	919	919,27	0,04	0,78
1В2	Летучие выбросы, нефть и газ	CH ₄	CH ₄	746	746,39	0,03	0,81
1А3е	Водный транспорт	Всего	CO ₂	743	743,16	0,03	0,84
1А3с	Внедорожный транспорт	Всего	CO ₂	523	522,68	0,02	0,86
1В2	Летучие выбросы, нефть и газ	CH ₄	CO ₂	466	465,54	0,02	0,88
1А3b	Дорожный транспорт, население	Всего	CO ₂	439	438,87	0,02	0,89
4А	Лесные земли	Выбросы от лесозаготовок	CO ₂	405	405,32	0,02	0,91
1В1	Летучие выбросы, твердое топливо	CH ₄	CH ₄	323	323,43	0,01	0,92
4В	Обрабатываемые земли	Всего	CO ₂	251	251,19	0,01	0,93
5А	Захоронение твердых отходов	Всего (CH ₄)	CH ₄	229	229,48	0,01	0,94
1А3а	Авиационный транспорт	Всего	CO ₂	212	212,04	0,01	0,95