

УДК 504

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В КАТЕГОРИИ «ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОТРАСЛИ И СТРОИТЕЛЬСТВО» СЕКТОРА «ЭНЕРГЕТИКА»**Д.В. МЕЛЕХ***(РУП «Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», Минск)*

Для обеспечения снижения уровня выбросов парниковых газов требуется качественный учет, который необходимо осуществлять на национальном и корпоративном уровне. Цель представленного исследования – разработка модели и расчет выбросов парниковых газов в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика». Используются Руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата 2006, адаптированные к национальным особенностям Республики Беларусь. Разработана модель и рассчитаны выбросы парниковых газов в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика». Модель расчетов будет использована для инвентаризаций выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, включая расчеты сокращения выбросов от применения более чистых видов ископаемого топлива и возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: *расчет выбросов, парниковые газы, коэффициенты выбросов.*

Введение. Беларусь в 2000 г. присоединилась к Рамочной Конвенции об Изменении Климата Организации Объединенных Наций (далее – РКИК ООН) [1] и тем самым приняла на себя ряд обязательств, среди которых – снижение антропогенных выбросов парниковых газов (далее – ПГ). Конечная цель РКИК ООН и всех связанных с ней правовых документов заключается в стабилизации концентраций ПГ в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему [2]. Необходимость снижения антропогенных выбросов ПГ обусловила проведение их учета, т.к. невозможно управлять тем, что не измеряется. Республика Беларусь, как Страна РКИК ООН, отмеченная в Приложении I, ежегодно выполняет инвентаризацию антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ, которая оформляется в виде таблиц CRF (Common Reporting Format – Общий формат данных) и национального отчета об инвентаризации, направляемых в секретариат РКИК ООН [3]. Таблицы CRF представляют собой сводную информацию по инвентаризируемым экономическим деятельности в стандартном формате, соответствующем требованиям к отчетности для Сторон РКИК ООН, включенных в приложение I (как правило, развитые страны). Национальный отчет об инвентаризации содержит информацию по всем аспектам подготовки инвентаризации в стандартном формате, включая информацию о выборе методов расчета, исходных данных о деятельности, коэффициентах выбросов, неопределенностях, процедурах оценки качества/контроля качества (ОК/КК) и т.д.

Основная часть. К инвентаризируемым парниковым газам относятся пять соединений (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 и NF_3) и две группы газов (HFCs и PFCs). Из них CO_2 , CH_4 и N_2O могут выделяться, как в результате естественных природных процессов, так и в результате антропогенной деятельности. Углерод чаще всего встречается в атмосфере в окисленном виде, в качестве углекислого газа (CO_2) и участвует в круговороте углерода в природе. Антропогенными источниками выбросов CO_2 являются сжигание ископаемого топлива, вырубка леса и неэнергетические производственные процессы (например, производство цемента). Метан в основном образуется в результате анаэробного разложения органических веществ. К антропогенным источникам выбросов CH_4 относятся разложение твердых коммунальных отходов, производство и распределение природного газа и нефти, сельскохозяйственные процессы, такие как кишечная ферментация у животных и разложение животных отходов, также метан встречается как побочный продукт добычи угля и неполного сгорания ископаемого топлива. Источниками выбросов закиси азота (N_2O) являются сельскохозяйственные почвы, особенно производство азотфиксирующих культур и кормов, использование синтетических и навозных удобрений, мобильное сжигание ископаемого топлива, производство азотной кислоты, очистка сточных вод и сжигание отходов. Гидрофторуглероды HFCs (или ГФУ) в основном используются в качестве замены озоноразрушающих веществ. PFCs, SF_6 и NF_3 преимущественно выделяются в результате промышленных процессов, включая выплавку алюминия, производство полупроводников, передачу и распределение электроэнергии, а также литье магния. Таким образом, источники выбросов ПГ охватывают различные сферы деятельности человека, а инвентаризация антропогенных выбросов и поглощений ПГ осуществляется по следующим секторам:

- энергетика;
- промышленные процессы и использование продуктов;
- сельское хозяйство;
- землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство (далее – ЗИЗЛХ);
- отходы.

Для более полного выполнения положений РККИК ООН, Конференцией Сторон, как руководящим органом Конвенции, были приняты Киотский Протокол и Парижское соглашение, которые предусматривают возможность использовать рыночные механизмы смягчения последствий изменения климата. Республика Беларусь присоединилась к Киотскому Протоколу в 2005 г. [4] и сформировала до 2009 года нормативно-правовую базу, обеспечивающую регулирование отношений реализации экономических механизмов Киотского протокола, однако не смогла ими воспользоваться, т.к. поправка к данному документу, определяющая установленное количество ПГ для Республики Беларусь, не была ратифицирована необходимым количеством Сторон Киотского протокола (145 ратификаций) [5].

В основе Парижского соглашения и принятых долгосрочных целей лежат определяемые на национальном уровне вклады [6], которые страны должны обновлять каждые пять лет и каждый раз принимать более амбициозные обязательства [7]. Совместно определяемые на национальном уровне вклады стран помогают оценить, достигнет ли мир долгосрочных целей Парижского соглашения и когда глобальные выбросы ПГ будут на пике. Для реализации определяемых на национальном уровне вкладов Парижское соглашение предусматривает возможность Сторон сотрудничать друг с другом. Механизмы сотрудничества, описанные в статье 6 указанного документа, должны не только облегчить достижение существующих целей по сокращению выбросов, но также повысить будущие амбиции и способствовать устойчивому развитию. Они образуют правовую основу, позволяющую использовать рыночные механизмы смягчения последствий изменения климата.

Для обеспечения функционирования положений Парижского соглашения Конференцией Сторон был принят «Катовицкий Климатический Пакет» [8], однако Стороны пока не смогли в нем согласовать правила выполнения статьи 6 и найти решения по ключевым вопросам на следующей Конференции Сторон, которая состоялась в 2019 г. в Мадриде [9]. Основным предметом разногласий остается вопрос учета сокращений выбросов, передаваемых в соответствии со статьей 6, т.к. точный учет является важнейшим условием исключения двойного учета при подсчете сокращения выбросов. Кроме того, нерешенным является вопрос сертификатов, созданных в соответствии с Киотским протоколом, и возможности их использования в рамках Парижского соглашения. Решение этих вопросов было отложено на следующее собрание Конференции Сторон.

Проблема точного учета выбросов ПГ и их сокращений на национальном уровне решается путем внедрения системы MRV (Measurement, Reporting and Verification – Мониторинг, отчетность и верификация). Система MRV формирует процесс, в результате которого организация, осуществляющая хозяйственную деятельность, рассчитывает, документирует и верифицирует выбросы ПГ в добровольном или нормативном порядке. Согласно определению, верификация – это комплекс мер и процедур, проводимых во время планирования, разработки или после завершения инвентаризации ПГ, которые призваны определить ее надежность при предполагаемом применении [10]. Как следует из определения верификации, система MRV помимо прочего направлена на обеспечение точного учета сокращения выбросов, передаваемых при использовании рыночных механизмов смягчения последствий изменения климата. Исходя из оценки международного опыта организации систем торговли квотами на выбросы ПГ, углеродные рынки охватывают не все источники выбросов и поглощений ПГ по секторам экономики. В большей степени они охватывают энергетическую промышленность, нефтепереработку, черную металлургию, целлюлозно-бумажную промышленность, химическую промышленность, производство строительных материалов и строительную отрасль, грузовые и пассажирские авиаперевозки. Система торговли квотами на выбросы ПГ Евросоюза охватывает 45% выбросов ПГ, Американского штата Калифорния и Канадской провинции Квебек – по 80% выбросов ПГ [11]. Не полный охват секторов экономики вызван тем, что при оценке выбросов и поглощений ПГ в секторах «Сельское хозяйство», «ЗИЗЛХ» и «Отходов» имеет место высокая степень неопределенности оценок.

Категория «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика». В Беларуси на сектор «Промышленные процессы и использование продуктов» и категорию «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика» в период 2008 – 2018 гг. приходится 6,5% – 7,5% и 8,5% – 10,5% общенациональных выбросов парниковых газов, соответственно, без учета поглощений в секторе «ЗИЗЛХ» (рисунок 1) [12].

Во избежание двойного учета выбросов ПГ в категории «Производственные отрасли и строительство» (1.A.2) сектора 1 «Энергетика» и в секторе 2 «Промышленные процессы и использование продуктов» необходимо различать топливо, которое использовано в производственных отраслях в качестве сырья. Например, при производстве нефтехимических продуктов (метанол), химикатов (аммиак) и первичного железа, в качестве подводимого продукта требуется кокс. В некоторых случаях ситуация может быть более сложной, так как энергия, необходимая для процессов производства может доставляться к месту использования непосредственно из химических реакций. Примером такой ситуации может выступать производство чугуна и стали, где в результате химических реакций между коксом и железной рудой выделяется газ и тепло, которых достаточно для поддержания процесса [13].

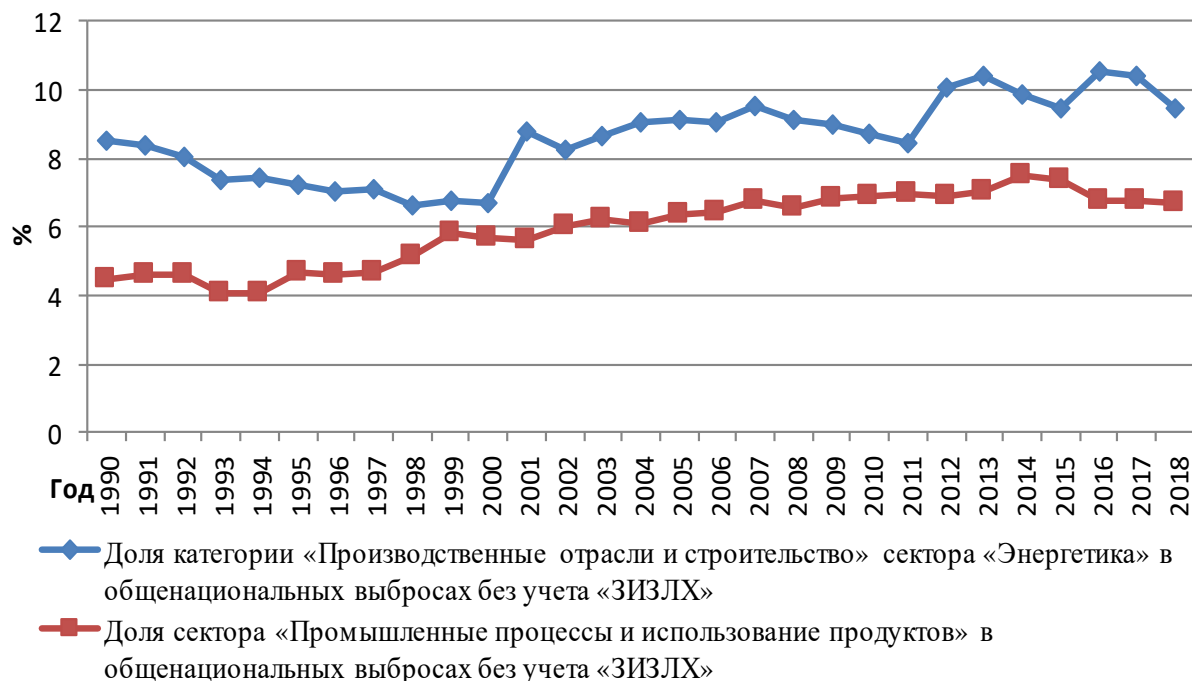


Рисунок 1. – Доля сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» и категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика» в общенациональных выбросах парниковых без учета поглощений в секторе «ЗИЗЛХ»

Категория «Производственные отрасли и строительство» включает в себя выбросы ПГ от сжигания ископаемого топлива в отраслях промышленности. В производственных отраслях сырье преобразуется в продукты, как схематически изображено на рисунке 2 [10]. Для строительства действуют те же принципы: поступающими продуктами являются стройматериалы, а продукцией – строения.

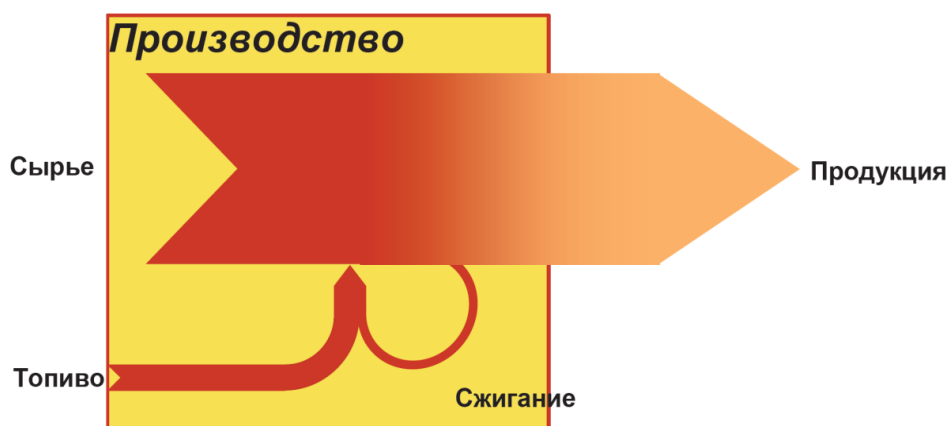


Рисунок 2. – Использование топлива в качестве источника энергии в производственных отраслях для преобразования сырья в продукцию

Производственные отрасли в целом классифицируются в зависимости от вида производимой продукции. Для целей составления ежегодных кадастров выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в рамках обязательств по РККИ ООН такая классификация выполняется в соответствии с Международной классификацией промышленных стандартов для экономической деятельности [14]. Выбросы ПГ от отраслей, сжигающих большие объемы топлива, должны учитываться так же, как и прочие значимые производители выбросов и поглощений ПГ. Приведен список отраслей промышленности, который рекомендован для рассмотрения при составлении ежегодных кадастров выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов [10]:

- 1.А.2.а Чугун и сталь;
- 1.А.2.б Цветные металлы;

- 1.А.2 с Химикаты;
- 1.А.2 d Целлюлоза, бумага и печать;
- 1.А.2 e Пищепром, напитки и табак;
- 1.А.2 f Неметаллические минералы;
- 1.А.2 g Транспортное оборудование;
- 1.А.2 h Машины и механизмы;
- 1.А.2 i Горнодобывающая (кроме топлива) промышленность;
- 1.А.2 j Лес и лесоматериалы;
- 1.А.2 k Строительство;
- 1.А.2 l Текстиль и кожа;
- 1.А.2 m Неуказанные отрасли.

Однако структура национальной статистической отчетности и энергетического баланса Республики Беларусь не позволяет выполнять расчет выбросов ПГ в отраслях согласно рекомендованному списку за период с 1990 г. [15], который является для Беларуси базовым годом при подготовке ежегодной инвентаризации выбросов и поглощений ПГ [16]. Поэтому категория «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика» при подготовке ежегодных кадастров выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ в Беларуси разделена на подкатегории следующим образом (таблица 1):

- Чугун и сталь (с 2001 г.);
- Химикаты (с 2001 г.);
- Целлюлоза, бумага и печать (с 2001 г.);
- Пищевая промышленность, напитки и табак (с 2001 г.);
- Машины и механизмы (с 2001 г.);
- Строительство (с 2001 г.);
- Текстиль и кожа (с 2001 г.);
- Прочие отрасли промышленности (с 2001 г.);
- Совокупно «Производственные отрасли и строительство» (1990 – 2000 гг.).

Таблица 1. – Соотношение структуры конечного потребления топлива организациями по видам экономической деятельности в энергетическом балансе Республики Беларусь и структуры отраслей в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика»

Структура конечного потребления топлива организациями по видам экономической деятельности в энергетическом балансе Республики Беларусь	Структура отраслей в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика» (Таблицы CRF, сформированные Республикой Беларусь)	Номер подкатегории	
		Таблицы CRF, сформированные Республикой Беларусь	Руководящие принципы МГЭИК 2006
1	2	3	4
Горнодобывающая промышленность	Иное	1.А.2.g.viii Other	1.А.2 m
Обрабатывающая промышленность: производство продуктов питания, напитков и табачных изделий	Пищепром, напитки и табак	1.А.2 e	1.А.2 e
производство текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха	Текстиль и кожа	1.А.2.g.vi	1.А.2 l
производство изделий из дерева и бумаги; полиграфическая деятельность и тиражирование записанных носителей информации	Целлюлоза, бумага и печать	1.А.2 d	1.А.2 d
производство кокса и продуктов нефтепереработки	Иное	1.А.2.g.viii Other	1.А.2 m
производство химических продуктов	Химикаты	1.А.2 c	1.А.2 c
производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов	Иное	1.А.2.g.viii Other	1.А.2 m
металлургическое производство; производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	Чугун и сталь	1.А.2.a	1.А.2.a
производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	Машины и механизмы	1.А.2.g.i	1.А.2 h
производство транспортных средств и оборудования	Машины и механизмы	1.А.2.g.i	1.А.2 h

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	Иное	1.A.2.g.viii Other	1.A.2 m
Водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	Иное	1.A.2.g.viii Other	1.A.2 m
Строительство	Строительство	1.A.2.g.v	1.A.2 k

Информация о потреблении топлива в разрезе перечисленных подкатегорий стала доступна с 2001 г., за период 1990 – 2000 гг. доступна информация лишь о совокупном потреблении топлива категорией «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика». Годы, по которым информация о потреблении топлива в разрезе подкатегорий недоступна, при формировании CRF таблиц заполняются условным обозначением, каковые выглядят следующим образом [16]:

а) «NO» (not occurring – не происходит) – применяется для категорий или процессов, которые не происходят в Стране;

б) «NE» (not estimated – не оценено) – применяется для исходных данных о деятельности и/или выбросах из источников и абсорбции поглотителями ПГ, которые не оценивались, но для которых соответствующая деятельность могла совершаться в Стране;

в) «NA» (not applicable – неприменимо) – используется для деятельности в рамках данной категории источника/поглотителя, которая действительно имеет место на территории Страны, но не приводит к выбросам или абсорбции определенного газа. В случае с категорией «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика», определенный вид топлива мог не потребляться в расчетном году, а в предшествующем году потреблялся, или этот определенный вид топлива потребляется не каждый год, тогда в расчетном году исходные данные о деятельности обозначаются «NA»;

д) «IE» (Included Elsewhere – включено в другом месте) – применяется для выбросов из источников и абсорбции поглотителями оцененных ПГ, но включенных в другой раздел инвентаризации, а не в ожидаемую категорию источников/поглотителей. Если в инвентаризации используется «IE», необходимо указать в CRF таблице 9 «Полнота – информация об условных обозначениях» где в инвентаризацию были включены выбросы или абсорбция для категории перемещенных источников/поглотителей. Также должно быть объяснение этого отклонения от включения в ожидаемую категорию, особенно в случае с конфиденциальностью информации;

е) «C» (confidential – конфиденциально) – для выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ, отчетность по которым может привести к раскрытию конфиденциальной информации.

Например, для подкатегории «Строительство» доступна информация с 2001 г., для периода 1990 – 2000 гг. информация по годам заполняется условным обозначением «IE» и примечанием, что исходные данные о деятельности и выбросах ПГ от подкатегории «Строительство» за период 1990 – 2000 гг. учтены в подкатегории «Совокупно «Производственные отрасли и строительство». Из этого следует, что с 2001 г. в подкатегории «Совокупно «Производственные отрасли и строительство» информация по годам также будет заполнена условным обозначением «IE» и примечанием, что с 2001 г. доступна информация в разрезе подкатегорий (таблицы 2, 3).

При расчете выбросов парниковых газов от сжигания топлива данные о количестве топлива в единицах массы или объема в первую очередь должны быть преобразованы в содержание энергии в этих количествах топлива. Для этого преобразования необходимо применение коэффициента низшей теплотворной способности топлива (таблица 4). Для перевода объемов потребления отходов лесозаготовок и деревообработки из тысяч тонн угольного эквивалента в ТДж используется коэффициент – 29,308 ТДж/тыс. т у. т., для перевода объема использованных дров из плотных кубических метров в тонны применяется коэффициент – 0,266 т/м³.

При сжигании разных типов топлива выбрасывается определенное количество каждого парникового газа, что требует применения специальных коэффициентов выбросов (см. таблицу 4). Общее количество выбросов конкретного парникового газа из категории рассчитывается суммированием выбросов этого ПГ от сжигания каждого типа топлива.

Таблица 2. – Совокупное потребление топлива в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика», 1990 – 2000 гг. [15]

Год	Нефть, вкл. газ, конденсат, тыс. т	Газ гор. природн. (вкл. попутн.), млн. м ³	Уголь, тыс. т	Торф топлив, тыс. т	Дрова, тыс. т (ρ=0,266 т/плотн. м ³)	Отх. лесозав. и деревообр., тыс. т у.т.	Топл. брикеты, тыс. т	Бензин автомобиль, тыс. т	Диз. топлив, тыс. т	Топочный мазут, тыс. т	Газ сжиж. тыс. т	Газ нефтеперераб. сух., тыс. т	Топл. для реактивн. двиг., тыс. т	Керосины прочие, тыс. т	Топл. печн. бытов., тыс. т	Кокс, тыс. т
1990	NO	1179.00	96.00	127.00	35.00	NA	5.00	48.00	334.00	1648.00	24.00	855.00	NO	12.00	74.00	223.00
1991	NO	1025.45	82.81	127.53	20.22	NA	4.18	52.65	335.51	1540.19	25.96	766.00	NO	0.00	68.95	221.00
1992	NO	1392.80	70.08	129.60	19.42	NA	4.89	45.40	291.22	1037.48	22.23	631.00	NO	43.30	58.58	184.00
1993	NO	1293.18	60.58	117.06	20.78	NA	4.89	31.65	305.92	811.76	21.91	400.00	NO	10.43	35.90	142.00
1994	NO	1116.77	45.17	114.19	28.10	NA	3.85	22.22	197.90	705.10	23.48	401.00	NO	9.39	18.92	99.00
1995	NO	1054.16	42.39	103.88	32.01	NA	3.22	23.44	181.70	595.11	22.43	385.00	NO	7.30	23.59	76.00
1996	NO	1111.06	42.05	109.15	34.25	NA	3.05	26.51	191.26	541.44	20.66	388.00	NO	4.17	21.77	70.00
1997	NO	1264.16	30.52	89.06	50.65	NA	3.12	25.33	192.87	425.82	20.60	426.00	NO	4.70	21.77	88.00
1998	NO	1239.86	28.52	77.68	54.18	NA	2.78	25.86	196.80	391.23	19.16	387.00	NO	4.17	22.16	83.00
1999	NO	1281.67	19.55	72.01	57.55	NA	2.77	22.89	183.61	327.21	17.53	347.00	NO	2.09	16.59	83.00
2000	NO	1409.00	15.00	75.00	45.00	26.00	9.00	12.00	105.00	421.00	2.00	265.00	NO	3.00	15.00	86.00
2001	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2002	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2003	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2004	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2005	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2006	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2007	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2008	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2009	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2010	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2011	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2012	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2013	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2014	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2015	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2016	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2017	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2018	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2019	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE

Таблица 3. – Потребление топлива подкатегорией «Строительство» категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика», 2001 – 2019 гг. [15]

Год	Нефть, вкл. газ, конденсат, тыс. т	Газ гор. природн. (вкл. попутн.), млн. м ³	Уголь, тыс. т	Торф голл., тыс. т	Дрова, тыс. т ($\rho=0,266$ т/шютн. м ³)	Отх. лесозав. и деревообр., тыс. т у.т.	Топл. брикеты, тыс. т	Бензин автомоб., тыс. т	Диз. топл., тыс. т	Топочный мазут, тыс. т	Газ сжиж., тыс. т	Газ нефтеперераб., тыс. т	Топл. для реактивн. двиг., тыс. т	Керосины прочие, тыс. т	Топл. печн. бытов., тыс. т	Кокс, тыс. т
1990	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1991	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1992	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1993	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1994	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1995	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1996	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1997	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1998	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
1999	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2000	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NO	IE	IE	IE
2001	NO	13.40	3.70	NA	38.80	3.60	2.90	62.10	127.40	15.90	1.30	NA	NO	NA	1.20	NA
2002	NO	12.00	1.50	NA	37.80	4.60	2.40	51.30	125.30	17.00	1.40	NA	NO	NA	1.10	NA
2003	NO	11.30	1.20	NA	37.40	7.00	2.60	52.30	127.10	15.80	1.80	NA	NO	NA	1.40	NA
2004	NO	12.70	0.50	NA	32.50	8.80	2.40	56.20	138.30	16.30	2.20	NA	NO	NA	1.10	0.20
2005	NO	13.80	0.40	NA	34.80	12.10	3.10	60.30	152.70	16.20	2.70	NA	NO	NA	1.70	NA
2006	NO	13.80	0.40	NA	34.80	12.10	3.10	60.30	152.70	16.20	2.70	NA	NO	NA	1.70	NA
2007	NO	19.90	0.40	NA	35.00	11.50	4.10	65.80	180.40	11.80	3.20	NA	NO	0.20	2.10	NA
2008	NO	23.80	0.30	0.10	35.10	10.90	5.00	68.30	205.70	12.10	3.70	NA	NO	0.20	4.40	NA
2009	NO	18.70	0.50	NA	39.00	11.10	5.60	66.00	221.00	7.30	3.70	NA	NO	0.20	5.20	NA
2010	NO	18.70	0.50	NA	39.00	11.10	5.60	66.00	221.00	7.30	3.70	NA	NO	0.20	5.20	NA
2011	NO	18.70	0.50	NA	39.00	11.10	5.60	66.00	221.00	7.30	3.70	NA	NO	0.20	5.20	NA
2012	NO	25.90	0.10	NA	67.30	9.80	4.90	51.90	251.00	12.30	4.20	NA	NO	0.30	9.40	NA
2013	NO	26.60	0.10	0.20	59.60	8.50	4.20	61.10	287.30	10.90	4.80	NA	NO	0.10	12.70	NA
2014	NO	24.10	0.40	NA	57.20	7.90	3.40	45.10	231.70	12.00	4.00	NA	NO	0.10	14.40	NA
2015	NO	20.50	0.80	NA	52.10	7.20	2.50	60.00	203.80	8.90	2.40	NA	NO	NA	12.30	NA
2016	NO	21.00	0.30	NA	49.00	5.00	2.00	46.00	210.00	7.00	3.00	NA	NO	NA	10.96	NA
2017	NO	22.00	0.10	NA	47.00	NA	2.00	45.00	208.00	9.00	2.00	NA	NO	NA	19.18	NA
2018	NO	22.00	0.10	NA	54.00	NA	2.00	45.00	230.00	9.00	2.00	NA	NO	NA	NA	NA
2019	NO	22.00	0.10	NA	47.00	NA	2.00	42.00	203.00	10.00	2.00	NA	NO	NA	NA	NA

Таблица 4. – Коэффициенты низшей теплотворной способности топлив и коэффициенты выбросов по газам и видам топлив, используемые при проведении инвентаризации выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Республике Беларусь

Тип топлива	Низшая теплотворная способность топлива, НТС _{топл} , ГДж/т, ТДж/тыс. т [17, 18]	Коэффициенты выбросов ПГ [таблица 2.2, 10]		
		кг CO ₂ /ТДж	кг CH ₄ /ТДж	кг N ₂ O/ТДж
Нефть, включая газовый конденсат	42,30 ⁽¹⁾	73 300	3	0,6
Бензин автомобильный	44,30 ⁽¹⁾	69 300	3	0,6
Топливо для реактивных двигателей	44,10 ⁽¹⁾	71 500	3	0,6
Керосины прочие	43,80 ⁽¹⁾	71 900	3	0,6
Дизельное топливо	42,58 ⁽²⁾	74 100	3	0,6
Топочный мазут	37,96 ⁽²⁾	77 400	3	0,6
Газ сжиженный	44,20 ⁽¹⁾	63 100	3	0,6
Топливо печное бытовое	42,00 ⁽²⁾	73 300	3	0,6
Газ нефтепереработки сухой	49,50 ⁽¹⁾	57 600	1	0,1
Уголь	11,90 ⁽¹⁾	101 000	1	1,5
Топливные брикеты	16,532 ⁽²⁾	97 500	1	1,5
Кокс	28,20 ⁽¹⁾	107 000	1	0,1
Газ горючий природный	33,82 ⁽⁴⁾	54 400 ⁽⁴⁾	1	0,1
Торф топливный	15,00 ⁽²⁾	106 000	1	1,5
Отходы лесозаготовок и деревообработки	– ⁽³⁾	– ⁽⁵⁾	30	4
Дрова для отопления	15,60 ⁽¹⁾	– ⁽⁵⁾	30	4

Примечание: ⁽¹⁾ – ТКП 17.09-05-2013;

⁽²⁾ – ТКП 17.09-01-2011;

⁽³⁾ – для перевода объемов потребления отходов лесозаготовок и деревообработки из тысяч тонн угольного эквивалента в ТДж используется коэффициент – 29,308 ТДж/тыс. т у. т.;

⁽⁴⁾ – источником является база данных коэффициентов выбросов МГЭИК [10];

⁽⁵⁾ – выбросы CO₂ при сжигании биомассы не включаются в национальные итоговые данные выбросов от сжигания топлива во избежание двойного учета (учтены в секторе ЗИЗЛХ).

Общее количество выбросов парниковых газов по категориям приводится по каждому их виду и суммарно в CO₂ эквиваленте. Для этого к выбросам ПГ, отличным от CO₂, применяется коэффициент потенциала глобального потепления, для CH₄ – 25 и для N₂O – 298. Расчет выбросов по видам ПГ и суммарно в CO₂ эквиваленте рассмотрен для топлив, потребленных в подкатегории «Строительство» категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика» в 2019 г. (таблица 5).

Рассмотренная модель позволяет рассчитать выбросы парниковых газов от сжигания ископаемого топлива в отраслях промышленности и строительстве, зная тип и количество потребленного топлива и применяя коэффициенты перевода количества потребленного топлива из единиц массы (объема) в единицы энергии, а к ним – коэффициенты выбросов ПГ (CO₂, CH₄ и N₂O), представленные в таблице 4. По аналогии расчетов количества потребленной энергии и выбросов ПГ от сжигания топлива в подкатегории «Строительство» за 2019 г. получены аналогичные данные за период 2001–2018 гг. (таблица 6).

Информация о совокупном потреблении топлива в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика» (см. таблицу 2) представляет собой исходные данные для расчета суммарных значений выбросов ПГ в этой категории за период 1990–2000 гг. (таблица 7). Для определения суммарных выбросов ПГ в категории «Промышленные отрасли и строительство» сектора «Энергетика» за период 2001–2019 гг. были суммированы отдельно рассчитанные выбросы по следующим подкатегориям:

- чугун и сталь;
- химикаты;
- целлюлоза, бумага и печать;
- пищевая промышленность, напитки и табак;
- машины и механизмы;
- строительство;
- текстиль и кожа;
- прочие отрасли промышленности.

Таблица 5. – Расчет выбросов III от сжигания топлива в 2019 г. в подкатегории «Строительство»

Тип топлива	Потребление, тыс. т	НПС топл., ГДж/т	Потр., (ТДж)	Коэфф. выбр. CO ₂ , (кг CO ₂ /ТДж)	Выбр. CO ₂ , (тыс. т)	Коэфф. выбр. CH ₄ , (кг CH ₄ /ТДж)	Выбр. CH ₄ , (тыс. т)	Коэфф. выбр. N ₂ O, (кг N ₂ O/ТДж)	Выбр. N ₂ O, (тыс. т)	Сумма выбросов в CO ₂ эквиваленте, (тыс. т)
	A	B	C = AB	D	E = CD/10 ⁶	F	G = CF/10 ⁶	H	I = CH/10 ⁶	J = E+G*25+I*298
Нефть, включая газовый конденсат	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Газ горючий природный	22 ⁽¹⁾	33,82 ⁽²⁾	744,040	54 400	40,476	1	0,000744	0,1	0,000074	40,516549
Уголь	0,1	11,90	1,190	101 000	0,120	1	0,000001	1,5	0,000002	0,120752
Торф топливный	NA	15,00	NA	106 000	NA	1	NA	1,5	NA	NA
Дрова для отопления	12,5 ⁽³⁾	15,60	195,031	—	—	30	0,005851	4	0,000780	0,378751
Отходы лесозаготовки и деревообработки	NA ⁽⁴⁾	29,308 ⁽⁵⁾	NA	—	—	30	NA	4	NA	NA
Топливные брикеты	2	16,532	3,064	97 500	3,224	1	0,000033	1,5	0,000050	3,239346
Бензин автомобильный	42	44,30	1860,600	69 300	128,940	3	0,005582	0,6	0,001116	129,411800
Дизельное топливо	203	42,58	8643,740	74 100	640,501	3	0,025931	0,6	0,005186	642,694915
Топочный мазут	10	37,96	379,600	77 400	29,381	3	0,001139	0,6	0,000228	29,477382
Газ сжиженный	2	44,20	88,400	63 100	5,578	3	0,000265	0,6	0,000053	10,326346
Газ нефтепереработки сухой	NA	49,50	NA	57 600	NA	1	NA	0,1	NA	NA
Топл. для реакт. двиг.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Керосины прочие	NA	43,80	NA	71 900	NA	3	NA	0,6	NA	NA
Топливо печное бытовое	NA	42,00	NA	73 300	NA	3	NA	0,6	NA	NA
Кокс	NA	28,20	NA	107 000	NA	1	NA	0,1	NA	NA
ИТОГО			11945,665		848,220		0,039546		0,007489	851,439972

Примечание: ⁽¹⁾ – млн м³;⁽²⁾ – ТДж/млн м³;⁽³⁾ – для перевода объема использованных дров из плотных кубических метров в тонны применяется коэффициент – 0,266 т/м³;⁽⁴⁾ – т у. т.;⁽⁵⁾ – ТДж/тыс. т у. т.

Таблица 6. – Потребления топлива и выбросы ПГ в подкатегории «Строительство» в период 2001–2019 гг.

Год	Потребление топлива, ТДж	Выбросы CO ₂ , тыс. т	Выбросы CH ₄ , тыс. т	Выбросы N ₂ O, тыс. т	Выбросы ПГ в CO ₂ экв., тыс. т	Потребление топлива, тыс. т у. т. (29,308 ТДж/тыс. т у. т.)	Удельный выброс ПГ в CO ₂ экв. на потребление 1 т у. т., (т CO ₂ экв./т у. т.)
	A	B	C	D			
2001	9698,788	680,423	0,035	0,007	683,256	330,926	2,065
2002	9116,270	637,818	0,034	0,006	640,551	311,051	2,059
2003	9266,666	643,760	0,037	0,007	646,662	316,182	2,045
2004	10008,514	694,146	0,040	0,007	697,277	341,494	2,042
2005	11000,626	758,149	0,045	0,008	761,706	375,346	2,029
2006	11000,626	758,149	0,045	0,008	761,706	375,346	2,029
2007	12510,458	865,592	0,049	0,009	869,471	426,862	2,037
2008	13958,506	971,116	0,053	0,010	975,315	476,269	2,048
2009	14219,844	992,354	0,054	0,010	996,681	485,186	2,054
2010	14219,844	992,354	0,054	0,010	996,681	485,186	2,054
2011	14219,844	992,354	0,054	0,010	996,681	485,186	2,054
2012	15571,838	1084,691	0,060	0,011	1089,433	531,317	2,050
2013	17573,342	1235,037	0,064	0,012	1240,183	599,609	2,068
2014	14450,162	1010,879	0,054	0,010	1015,200	493,045	2,059
2015	13467,710	940,646	0,050	0,009	944,665	459,523	2,056
2016	12934,990	908,706	0,047	0,009	912,445	441,347	2,067
2017	13059,180	929,316	0,043	0,008	932,834	445,584	2,094
2018	13219,312	939,681	0,044	0,008	943,274	451,048	2,091
2019	11945,665	848,220	0,040	0,007	851,440	407,591	2,089

Таблица 7. – Суммарное потребление топлива и выбросы ПГ в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика», 1990–2019 гг.

Год	Потребление топлива, ТДж	Выбросы CO ₂ , тыс. т	Выбросы CH ₄ , тыс. т	Выбросы N ₂ O, тыс. т	Выбросы ПГ в CO ₂ экв., тыс. т	Потребление топлива, тыс. т у. т. (29,308 ТДж/тыс. т у. т.)	Удельный выброс ПГ в CO ₂ экв. на потребление 1 т у. т., (т CO ₂ экв./т у. т.)
	A	B	C	D			
1	2	3	4	5	6	7	8
1990	170615,97	11707,594	0,359	0,064	11735,605	5821,481	2,016
1991	156757,81	10831,834	0,317	0,060	10857,560	5348,636	2,030
1992	142099,61	9498,470	0,263	0,048	9519,379	4848,492	1,963
1993	116139,04	7738,994	0,215	0,040	7756,176	3962,708	1,957
1994	99036,38	6528,194	0,179	0,033	6542,463	3379,159	1,936
1995	90632,14	5916,654	0,162	0,029	5929,460	3092,403	1,917
1996	90814,86	5880,064	0,159	0,029	5892,561	3098,637	1,902
1997	93409,02	5999,565	0,154	0,026	6011,298	3187,151	1,886
1998	89393,41	5658,111	0,149	0,025	5669,303	3050,137	1,859
1999	85350,95	5346,884	0,138	0,023	5357,123	2912,206	1,840
2000	85958,70	5340,709	0,157	0,025	5352,164	2932,943	1,825
2001	105849,10	6246,041	0,424	2,551	7016,748	3611,611	1,943
2002	110024,28	6404,874	0,441	0,066	6435,517	3754,070	1,714
2003	119562,04	6912,157	0,462	0,068	6944,059	4079,502	1,702
2004	132323,93	7669,476	0,524	0,078	7705,707	4514,942	1,707
2005	137033,03	7842,895	0,562	0,083	7881,566	4675,619	1,686
2006	142096,43	8149,831	0,579	0,085	8189,543	4848,384	1,689
2007	149438,83	8529,247	0,612	0,089	8571,156	5098,909	1,681
2008	151288,75	8550,703	0,643	0,093	8594,556	5162,029	1,665
2009	132091,62	8054,251	0,306	0,048	8076,226	4507,016	1,792
2010	135867,65	8015,011	0,412	0,062	8043,854	4635,855	1,735
2011	125573,64	7744,047	0,310	0,051	7767,068	4284,620	1,813

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
2012	149718,18	9319,044	0,350	0,061	9345,938	5108,441	1,830
2013	156955,98	9700,249	0,477	0,082	9736,613	5355,397	1,818
2014	148047,93	9108,385	0,484	0,085	9145,696	5051,451	1,811
2015	135532,82	8339,187	0,480	0,083	8375,914	4624,431	1,811
2016	149256,32	9487,363	0,342	0,066	9515,696	5092,682	1,869
2017	149382,54	9470,714	0,332	0,065	9498,494	5096,989	1,864
2018	131965,51	8654,538	0,245	0,055	8677,183	4502,713	1,927
2019	127020,11	8342,449	0,223	0,053	8363,809	4333,974	1,930

Приведенная модель расчета выбросов при сжигании ископаемого топлива в отраслях промышленности позволила рассчитать удельный показатель выброса ПГ в CO₂ экв. на потребление 1 т у. т., в подкатегории «Строительство» и в категории «Производственные отрасли и строительство» – 2,089 т CO₂ экв./т у. т. и 1,930 т CO₂ экв./т у. т., соответственно. Удельный показатель выброса ПГ в CO₂-эквиваленте на потребление 1 т у. т. в категории «Производственные отрасли и строительство» ниже, чем в подкатегории «Строительство», что говорит о том, что в других подкатегориях использованы более «чистые» виды ископаемого топлива.

Заключение. Впервые разработана и представлена модель расчета выбросов парниковых газов в подкатегории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика», которая будет включена в национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ, не регулируемых Монреальским протоколом, с целью повышения его качества и более полного соответствия руководящим принципам представления ежегодной отчетности по РКИК ООН [16].

Полученные результаты могут быть использованы для расчета сокращения выбросов ПГ от применения более чистых видов ископаемого топлива и возобновляемых источников энергии при сжигании ископаемого топлива в отраслях промышленности, зная тип и количество заменяемого топлива, а также для расчета выбросов ПГ на единицу произведенной продукции.

В отличие от существующих и утвержденных в стране руководств и методик, приведенная модель расчета выбросов ПГ в категории «Производственные отрасли и строительство» сектора «Энергетика», имеет следующие преимущества:

- определяет перечень необходимых наборов данных для расчета выбросов ПГ в категории;
- систематизирует исходные данные;
- содержит коэффициенты, необходимые для расчетов выбросов ПГ;
- включает актуальные коэффициенты глобального потепления;
- разработана в соответствии с требованиями к представлению ежегодных инвентаризаций выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ в Секретариат РКИК ООН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об одобрении Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 10 апр. 2000 г., № 177 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
2. Рамочная Конвенция об Изменении Климата Организации Объединенных Наций [Электронный ресурс] : [заключена в г. Нью-Йорке 09.05.1992 г.]. – Режим доступа: https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convru.pdf. – Дата доступа: 13.08.2020.
3. Об утверждении Положения о порядке ведения государственного кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 апр. 2006 г., № 485 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
4. О присоединении Республики Беларусь к Киотскому протоколу к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 12 авг. 2005 г., № 370 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
5. Лаевская, Е.В. Состояние и перспективы формирования климатического законодательства Республики Беларусь / Е.В. Лаевская // Право в современном белорусском обществе : сб. науч. тр. / Нац. центр законодательства и правовых исследований Респ. Беларусь; редкол.: Н.А. Карпович (гл. ред.) [и др.]. – Минск : СтроймедиаПроект, 2016. – Вып. 11. – С. 362–371.
6. 1/CP.20 [Электронный ресурс] : Решение Конф. Сторон Рамочной Конвенции об Изменении Климата Организации Объединенных Наций. – Режим доступа: <https://unfccc.int/resource/docs/2014/cop20/eng/10a01.pdf>. – Дата доступа: 12.10.2020.

7. 1/CP.24 [Электронный ресурс] : Решение Конф. Сторон Рамочной Конвенции об Изменении Климата Организации Объединенных Наций. – Режим доступа: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/10a1.pdf>. – Дата доступа: 12.10.2020.
8. Доклад Конф. Сторон, действующей в качестве совещания Сторон Парижского соглашения, о работе ее первой сессии, Катовица, 2–15 дек. 2018 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018_03a01E.pdf. – Дата доступа: 12.10.2020.
9. 9/CMA.2 [Электронный ресурс] : Решение Конф. Сторон, действующей в качестве совещания Сторон Парижского соглашения, о работе ее второй сессии, Мадрид, 2–15 дек. 2019 г. – Режим доступа: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2019_06a01E.pdf. – Дата доступа: 12.10.2020.
10. Руководящие принципы проведения национальных инвентаризаций парниковых газов [Электронный ресурс] // Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2006. – Режим доступа: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/>. – Дата доступа: 12.10.2020.
11. Интерактивная карта систем торговли выбросами [Электронный ресурс] // Международное сотрудничество по углеродному развитию (ICAP). – Режим доступа: <https://icapcarbonaction.com/ru/ets-map/>. – Дата доступа: 12.10.2020.
12. Государственный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов Республики Беларусь 1990–2018 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>. – Дата доступа: 12.10.2020.
13. Справочник документов по промышленным технологиям [Электронный ресурс] // Европейского бюро по контролю загрязнений (BREF). – Режим доступа: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>. – Дата доступа: 12.10.2020.
14. International Standard Industrial Classification of all Economic Activities [Electronic resource]. – Mode of access: https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4e.pdf. – Date of access: 12.10.2020.
15. Энергетический баланс Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/7cc/7cc964224dad43b1c5783ec065e03ae1.pdf>. – Дата доступа: 12.10.2020.
16. 24/CP.19 [Электронный ресурс] : Решение Конференции Сторон Рамочной Конвенции об Изменении Климата Организации Объединенных Наций. – Режим доступа: <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cor19/rus/10a03r.pdf>. – Дата доступа: 12.10.2020.
17. Охрана окружающей среды и природопользование. Климат. Выбросы и поглощение парниковых газов. Правила расчетов выбросов парниковых газов в основных секторах экономики Республики Беларусь [Электронный ресурс] : ТКП 17.09-05-2013. – Минск : Минприроды Респ. Беларусь, 2013. – 45 с. – Режим доступа: http://ecoinv.by/images/pdf/tkp_fond/_17.09-05-2013.pdf. – Дата доступа: 12.10.2020.
18. Охрана окружающей среды и природопользование. Климат. Выбросы и поглощение парниковых газов. Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии : [Электронный ресурс] : ТКП 17.09-01-2011. – Минск : Минприроды Респ. Беларусь, 2011. – 29 с. – Режим доступа: http://ecoinv.by/images/pdf/tkp_fond/_17.09-01-2011.pdf. – Дата доступа: 12.10.2020.
19. База данных коэффициентов выбросов Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Электронный ресурс] // Институт глобальной политики в области окружающей среды. – Режим доступа: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>. – Дата доступа: 12.10.2020.

Поступила 13.10.2020

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR CALCULATION GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE CATEGORY "MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION" IN THE "ENERGY" SECTOR

D. MELEKH

To ensure the reduction of greenhouse gas (GHG) emissions, quality accounting is required, which should be carried out at the national and corporate level. Purpose of this research – development of a model and calculation of GHG emissions in the category “Manufacturing and construction” in the “Energy” sector. Used the 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines, adapted to the national circumstances of the Republic of Belarus. Results: a model was developed and GHG emissions were calculated in the category “Manufacturing Industries and Construction” of the “Energy” sector. The calculation model will be used for inventories of emissions by sources and removals by sinks of GHGs, including calculations of GHG emission reductions from the use of cleaner fossil fuels and renewable energy sources.

Keywords: *calculation of emissions, greenhouse gases, emission factors.*