



**Охрана окружающей среды и природопользование. Климат
Выбросы и поглощения парниковых газов**

**ПРАВИЛА РАСЧЕТОВ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В
ОСНОВНЫХ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Клімат
Выкіды і паглынаны парніковых газаў**

**ПРАВІЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ПАРНІКОВЫХ ГАЗАЎ У АСНОЎНЫХ
СЕКТАРАХ ЭКАНОМІКІ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ**

Издание официальное



**Минприроды
Минск**

Ключевые слова: климат, выбросы парниковых газов, поглощение парниковых газов, коэффициент выбросов, энергетика, промышленные процессы, сельское хозяйство, землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство, отходы

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН республиканским научно-исследовательским унитарным предприятием «Бел НИЦ «Экология»

ВНЕСЕН управлением регулирования воздействия на атмосферный воздух и водные ресурсы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от _____ 20_г. № _____

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минприроды Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Термины и определения.....	2
4 Общие положения.....	3
5 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика».....	4
6 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы».....	Ошибка! Залка не определена.
7 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Сельское хозяйство».....	9
8 Правила расчета выбросов и поглощений парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство».....	13
9 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Отходы».....	18
Приложение А (справочное)...Величины потенциалов глобального потепления, используемы для перевода соответствующего газа в эквивалент диоксида углерода.....	20
Приложение Б (справочное)...Низшие теплотворные способности и содержание углерода в различных видах топлива.....	21
Приложение В (справочное)..Базовые параметры и коэффициенты для расчета выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы».....	22
Приложение Г (справочное) Базовые параметры и коэффициенты для расчета выбросов парниковых газов в секторе «Сельское хозяйство».....	23
Приложение Д (справочное)..Базовые параметры и коэффициенты для расчета выбросов парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство».....	24
Приложение Ж (справочное).....Величины поправочных коэффициентов потока метана на полигонах твердых коммунальных отходов.....	27
Приложение К (справочное).....Примеры расчета выбросов парниковых газов.....	28
Библиография.....	38

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**Охрана окружающей среды и природопользование. Климат
Выбросы и поглощения парниковых газов
ПРАВИЛА РАСЧЕТОВ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В
ОСНОВНЫХ СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Клімат
Выкіды і паглынаны парніковых газаў
ПРАВИЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ПАРНИКОВЫХ ГАЗАЎ У АСНОЎНЫХ
СЕКТАРАХ ЭКАНОМІКІ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ**

Environmental Protection and Nature Use. Climate
Procedures for estimations of Greenhouse Gas Emissions in the Key
Sectors of the Republic of Belarus

Дата введения 2013-04-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает правила расчетов выбросов и поглощений парниковых газов в секторах «Энергетика», «Промышленные процессы», «Сельское хозяйство», «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» и «Отходы» для целей инвентаризации парниковых газов в целом по указанным секторам и ведения государственного кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским Протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой.

Требования настоящего технического кодекса являются обязательными для применения министерствами, иными государственными органами, научными организациями и другими организациями при составлении и ведении государственного кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским Протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды и природопользования (далее – ТНПА):

ТКП 17.08-01-2006 (02120) Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт

ТКП 17.08-03-2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Правила расчета выбросов от животноводческих комплексов, звероферм и птицефабрик

ТКП 17.08-04-2006 (02120) Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью более 25 МВт

ТКП 17.08-08-2007 (02120) Правила расчета выбросов при пожарах

ТКП 17.09-01-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Климат. выбросы и поглощение парниковых газов.

Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии

ГОСТ 305-82 Топливо дизельное. Технические условия

ГОСТ 2084-77 Бензины автомобильные. Технические условия

ГОСТ 10227-86 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия

ГОСТ 10585-99 Топливо нефтяное. Мазут. Технические условия

ГОСТ 14920-79 Газ сухой

ГОСТ 21123-85 Торф. Термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом, следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются термины, установленные в [1] и ГОСТ 21123, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **выбросы парниковых газов** (greenhouse gas emission): Полная масса парниковых газов, выделенная в атмосферу за конкретный период времени [2].

3.2 **деловая древесина**: круглые и колотые лесоматериалы, кроме дров, пневый осмол а также технологическая щепа.

3.3 **дрова**: круглые и колотые сортименты, которые по своим размерам м/б использованы как топливо.

3.4 **землепользование**: хозяйственная и иная деятельность, в процессе которой используются полезные свойства земель и земельных участков и (или) оказывается воздействие на землю [1].

3.5 **земли под постоянными культурами**: Сельскохозяйственные земли, занятые искусственно созданной древесно–кустарниковой растительностью (насаждениями) или насаждениями травянистых многолетних растений, предназначенными для получения урожая плодов, продовольственного, технического и лекарственного растительного сырья, а также для озеленения [1];

3.6 **коэффициент выбросов парникового газа**: Коэффициент, который определяет количество выбросов или поглощения определенного парникового газа на единицу деятельности [3].

3.7 **надземная фитомасса**: Вся живая фитомасса над поверхностью почвы, включая стволы, пни, ветви, кору, листья, хвою [4].

3.8 **осушенные земли**: Земли, на которых имеется осушительная сеть, обеспечивающая нормальный водно–воздушный режим для произрастания на них сельскохозяйственных культур, насаждений.

3.9 **парниковые газы**: газообразные составляющие атмосферы как природного, так и антропогенного происхождения, которые поглощают и переизлучают инфракрасное излучение [5].

3.10 **плотность абсолютно сухой древесины:** Отношение массы абсолютно сухой древесины, высушенной до постоянной массы при температуре $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ [4].

3.11 **подземная фитомасса:** Вся биомасса корней, исключая тонкие корни диаметром менее 2 мм [4].

3.12 **фитомасса:** биомасса растений, приходящаяся на единицу площади и выраженная в единицах массы абсолютно сухого вещества. Включает в себя органический материал как надземный, так и подземный (стволы, листья, хвою, пни, ветви, кору и корневую систему и т.д.) [4].

3.13 **эквивалент диоксида углерода:** Мера, используемая для сравнения различных парниковых газов на основе их вклада в радиационное воздействие [2].

4 Общие положения

4.1 В настоящий технический кодекс включены методики расчета выбросов парниковых газов, регулируемых Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата: диоксид углерода (CO_2), закись азота (N_2O), метан (CH_4).

4.2 Настоящий технический кодекс содержит методики расчета выбросов и поглощений парниковых газов в секторах «Энергетика», «Промышленные процессы», «Сельское хозяйство», «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» и «Отходы».

4.3 Правила расчетов выбросов и поглощений парниковых газов включают следующие оценки выбросов:

Сектор «Энергетика»:

- оценки выбросов от сжигания топлива;
- оценки выбросов, связанных с утечками при отводе и факельном сжигании газа в результате добычи нефти и природного газа;

Сектор «Промышленные процессы»

- оценки выбросов от производства строительных материалов;
 - оценки выбросов в химической промышленности;
 - оценки выбросов в черной и цветной металлургической промышленности;
 - оценки выбросов в пищевой промышленности;
 - оценки выбросов в целлюлозно-бумажной промышленности.
- Сектор «Сельское хозяйство»:
- оценки выбросов от внутренней ферментации у сельскохозяйственных животных;

- оценки выбросов от систем хранения и использования навоза;

- оценки выбросов от пахотных земель;

Сектор «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»:

- оценки выбросов и поглощений на землях, покрытых лесом;
- оценки выбросов и поглощений на сельскохозяйственных землях;
- оценки выбросов и поглощений на разрабатываемых торфяных месторождениях;

Сектор «Отходы»:

- оценки выбросов от полигонов твердых коммунальных отходов;
- оценки выбросов от отходов жизнедеятельности человека, содержащихся в сточных водах.

4.4 В настоящем техническом кодексе в секторе «Энергетика» рассматриваются процессы, связанные со сжиганием топлива, в энергетической отрасли, промышленности, сельском и лесном хозяйстве, транспортной отрасли, строительстве и прочих отраслях экономики, а также процессы, связанные с отводом и факельным сжиганием попутных газов при добыче нефти и природного газа.

4.5 Настоящий технический кодекс в секторе «Промышленные процессы» рассматривает выбросы парниковых газов при производстве строительных материалов (цемента, извести, известняка и доломита), при использовании кальцинированной соды, в химической промышленности при производстве аммиака, азотной кислоты и прочих химических веществ, в металлургической промышленности.

4.6 Для преобразования выбросов парниковых газов, не являющимися диоксидом углерода, в эквивалент CO_2 величины выбросов парниковых газов умножаются на соответствующие потенциалы глобального потепления (ПГП) согласно таблице А.1 Приложения А.

5 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика»

1 Правила расчетов выбросов парниковых газов от сжигания топлива

5.1.1 Выбросы парниковых газов $E_{\text{топл}}^{\text{СЖИГ}}$ тыс. т/год в эквиваленте CO_2 , в результате сжигания различных видов топлива рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{топл}}^{\text{СЖИГ}} = M_{\text{CO}_2} + M_{\text{CH}_4} \cdot 21 + M_{\text{N}_2\text{O}} \cdot 310, \quad (1)$$

где M_{CO_2} – выбросы диоксида углерода, тыс. т/год, определяемые в соответствии с 5.1.2;

M_{CH_4} – выбросы метана, тыс. т/год, определяемые в соответствии с 5.1.3;

21 – коэффициент перевода 1 т метана в 1 т диоксида углерода;

$M_{\text{N}_2\text{O}}$ – выбросы закиси азота, тыс. т/год, определяемые в соответствии с 5.1.3;

310 – коэффициент перевода 1 т закиси азота в 1 т диоксида углерода.

5.1.2 Выбросы диоксида углерода, метана, закиси азота M_{CO_2} , M_{CH_4} , $M_{\text{N}_2\text{O}}$ тыс. т/год от сжигания различных видов топлива определяются согласно ТКП 17.09–01–2011 (02120) в соответствии с 4.1.3–4.1.5 соответственно.

2 Правила расчетов выбросов парниковых газов в результате отвода и факельного сжигания попутных газов при добыче нефти и природного газа

5.2.1 Выбросы парниковых газов в результате отвода и факельного сжигания попутных газов при добыче нефти и природного газа, $E_{\text{оф}}$ тыс. т/год в эквиваленте CO_2 рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{оф}} = E_{\text{отвод}} + E_{\text{факел}}, \quad (2)$$

где $E_{\text{отвод}}$ – выбросы метана при отводе газа в результате добычи нефти и природного газа тыс. т/год в эквиваленте CO_2 , определяемые в соответствии с 5.2.2;

$E_{\text{факел}}$ – выбросы диоксида углерода, метана, закиси азота в результате факельного сжигания при добыче нефти и природного газа тыс. т/год в эквиваленте CO_2 , определяемые в соответствии с 5.2.3.

5.2.2 Выбросы метана в результате отвода попутных газов при добыче нефти и природного газа, $E_{\text{отвод}}$ тыс. т/год в эквиваленте CO_2 рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{отвод}} = V_{\text{отвод}} \times 33,7 \times q_{\text{CH}_4} \times 21 \times 10^{-6}, \quad (3)$$

где $V_{\text{отвод}}$ – объем отведенного газа в результате добычи нефти и газа, млн. $\text{м}^3/\text{год}$;

33,7 – коэффициент перевода 1 млн. м^3 в ТДж, млн. $\text{м}^3/\text{ТДж}$;

q_{CH_4} – коэффициент выбросов метана при отводе газа в результате добычи нефти и газа равный 6 кг $\text{CH}_4/\text{ТДж}$ [7];

21 – коэффициент перевода 1 т метана в 1 т диоксида углерода.

5.2.3 Выбросы диоксида углерода, метана, закиси азота в результате факельного сжигания попутных газов при добыче нефти и природного газа $E_{\text{факел}}$ тыс. т/год в эквиваленте CO_2 рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{факел}} = V_{\text{факел}} \times 33,7 \times (q_{\text{CO}_2}^{\phi} + q_{\text{CH}_4}^{\phi} \cdot 21 + q_{\text{N}_2}^{\phi} \cdot 310) \times 10^{-6}, \quad (4)$$

где $V_{\text{факел}}$ – объем газа сожженного в факеле, млн. $\text{м}^3/\text{год}$;

33,7 – коэффициент перевода 1 млн. м^3 в ТДж, млн. $\text{м}^3/\text{ТДж}$;

$q_{\text{CO}_2}^{\phi}$ – коэффициент выбросов диоксида углерода, равный 55819,5 кг $\text{CO}_2/\text{ТДж}$ [4];

$q_{\text{CH}_4}^{\phi}$ – коэффициент выбросов метана, равный 5 кг $\text{CH}_4/\text{ТДж}$ [4];

21 – коэффициент перевода 1 т метана в 1 т диоксида углерода;

$q_{\text{N}_2}^{\phi}$ – коэффициент выбросов закиси азота, равный 0,1 кг $\text{N}_2\text{O}/\text{ТДж}$ [7];

310 – коэффициент перевода 1 т закиси азота в 1 т диоксида углерода.

5.2.4 Примеры расчета выбросов парниковых газов в результате отвода и факельного сжигания попутных газов при добыче нефти и природного газа приведены в приложении К.

6 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы»

6.1 Правила расчета выбросов парниковых газов при производстве строительных материалов

6.1.1 Правила расчетов выбросов диоксида углерода при производстве цемента

6.1.1.1 Выбросы диоксида углерода E_{CO_2} , тыс. т/год от производства цемента определяются по формуле:

$$E_{CO_2} = P_{\text{клинкер}} \cdot KB \times КП_{\text{цп}} \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где $P_{\text{клинкер}}$ – данные об объеме производства клинкера, т/год;
 KB – коэффициент выбросов диоксида углерода, т CO_2 /т клинкера, который определяется согласно 6.1.1.2;
 $КП_{\text{цп}}$ – коэффициент поправки на цементную пыль.

Примечание – Коэффициент поправки на цементную пыль индивидуален для каждого предприятия, однако, если доля выбрасываемой в атмосферу цементной пыли неизвестна, принято считать её равной 2%, таким образом, принимая $КП_{\text{цп}}$ равным 1,02 [3].

6.1.1.2 Коэффициент выбросов диоксида углерода KB , т CO_2 /т клинкера рассчитывается по формуле:

$$KB = 0,785 \times C_{CaO}, \quad (6)$$

где C_{CaO} – массовая доля оксида кальция в клинкере;
 0,785 – соотношение молекулярных весов диоксида углерода и оксида кальция в сырье, т/т.

Примечание – Содержание оксида кальция в клинкере может варьироваться в зависимости от завода-изготовителя, и если оно неизвестно, принято считать его равным 0,65.

6.1.2 Правила расчета выбросов диоксида углерода при производстве извести

6.1.2.1 Выбросы диоксида углерода от производства извести E_{CO_2} , тыс. т/год определяются по формуле:

$$E_{CO_2} = \sum P_{\text{известьи}} \cdot ПК \times KB_{CO_2}, \quad (7)$$

где $P_{\text{известьи}}$ – производство жирной или доломитизированной извести, т/год;
 $ПК$ – поправочный коэффициент на гашёную известь, который определяется согласно 6.1.2.2;

KB_{CO_2} – коэффициент выбросов CO_2 для жирной и доломитизированной извести (т CO_2 /т продукции), который определяется согласно 6.1.2.3–6.1.2.4.

Примечание – Если отсутствует информация о производстве извести с разбивкой на жирную и доломитизированную, то это соотношение принято считать равным 85/15. Как жирная, так и доломитизированная известь могут быть преобразованы в гашёную.

6.1.2.2 Поправочный коэффициент $ПК$ на гашеную известь рассчитывается по формуле:

$$ПК = 1 - x - y, \quad (8)$$

где x – доля гашеной извести;
 y – доля воды в ней.

Примечание – Если величины x и y неизвестны, то их значения принимают равными 0,10 и 0,28 соответственно.

6.1.2.3 Коэффициент выбросов диоксида углерода для жирной извести KB_{CO_2} , т CO_2 /т продукции рассчитывается по формуле:

$$KB_{CO_2} = P_{CO_2/CaO} \cdot C_{CaO}, \quad (9)$$

где $P_{CO_2/CaO}$ – стехиометрическое соотношение диоксида углерода к оксиду кальция, которое определяется в соответствии с таблицей В.1 Приложения В [7];

C_{CaO} – массовая доля оксида кальция в извести, которое определяется в соответствии с таблицей В.1 Приложения В [7].

6.1.2.4 Коэффициент выбросов диоксида углерода для доломитизированной извести KB_{CO_2} , т CO_2 /т продукции рассчитывается по формуле:

$$KB_{CO_2} = P_{CO_2/CaOMgO} \cdot C_{CaO}, \quad (10)$$

где $P_{CO_2/CaOMgO}$ – стехиометрическое соотношение CO_2 к $CaO \cdot MgO$, которое определяется в соответствии с таблицей В.1 Приложения В [7];

$C_{CaO \cdot MgO}$ – массовая доля $CaO \cdot MgO$, которое определяется в соответствии с таблицей В.1 Приложения В [4].

6.1.3 Правила расчетов выбросов диоксида углерода при производстве известняка и доломита

6.1.3.1 Выбросы диоксида углерода E_{CO_2} , тыс. т/год при производстве известняка и доломита рассчитываются по формуле:

$$E_{CO_2} = E_{CO_2 \text{ Известняк}} + E_{CO_2 \text{ Доломит}}, \quad (11)$$

где $E_{CO_2 \text{ Известняк}}$ – выбросы CO_2 от производства известняка, тыс. т/год, которые определяются согласно 6.1.3.2;

$E_{CO_2 \text{ Доломит}}$ – выбросы CO_2 от производства доломита, тыс. т/год согласно 6.1.3.2;

6.1.3.2 Выбросы диоксида углерода E_{CO_2} , тыс. т/год при производстве известняка (доломита) рассчитываются согласно формуле:

$$E_{CO_2} = \Pi_{\text{Известняк/Доломит}} \cdot KB_{CO_2 \text{ Известняк/Доломит}} \cdot 10^{-6}, \quad (12)$$

Где $\Pi_{\text{Известняк/Доломит}}$ – производство известняка или доломита, т/год;

$KB_{CO_2 \text{ Известняк/Доломит}}$ – коэффициенты выбросов диоксида углерода от производства известняка или доломита, кг CO_2 /т продукции, которые определяются согласно 6.1.3.3–6.1.3.4 соответственно;

6.1.3.3 Коэффициент выбросов при производстве известняка $KB_{CO_2 \text{ известняк}}$, кг CO_2 /т продукции рассчитывается по формуле:

$$KB_{CO_2 \text{ известняк}} = 440 \times C_{\text{известняк}}, \quad (13)$$

где $C_{\text{известняк}}$ – массовая доля известняка в сырье.

Примечание – Если массовая доля известняка в сырье не известна, то принято считать ее равной 1 [7].

6.1.3.4 Коэффициент выбросов от производства доломита $KB_{CO_2 \text{ доломит}}$ кг CO_2 /т продукции рассчитывается по формуле:

$$KB_{CO_2 \text{ доломит}} = 477 \times C_{\text{доломит}}, \quad (14)$$

где $C_{\text{доломит}}$ – массовая доля доломита в сырье.

Примечание – Если массовая доля доломита в сырье не известна, то принято считать ее равной 1 [7].

6.1.4 Правила расчета выбросов диоксида углерода при использовании кальцинированной соды

6.1.4.1 Выбросы диоксида углерода E_{CO_2} , тыс. т/год при использовании кальцинированной соды рассчитываются по формуле:

$$E_{CO_2} = ПТР_{Na_2CO_3} \cdot 415 \times 10^{-6}, \quad (15)$$

где $ПТР_{Na_2CO_3}$ – потребление соды, т/год;

415 – коэффициент выбросов CO_2 , кг/т потреблённой соды [7].

6.2 Правила расчетов выбросов парниковых газов в химической промышленности

6.2.1 Правила расчетов выбросов диоксида углерода при производстве аммиака

6.2.1.1 Выбросы диоксида углерода E_{CO_2} , тыс. т/год при производстве аммиака рассчитываются по формуле:

$$E_{CO_2} = П_{NH_3} \cdot ПТР_{CH_4} \cdot C_C \cdot \frac{44}{12} \times 10^{-6}, \quad (16)$$

где $П_{NH_3}$ – производство аммиака, т/год;

$ПТР_{CH_4}$ – расходный коэффициент потребления природного газа в качестве сырья для производства 1 т аммиака, равный $1,1 \text{ м}^3/\text{т}$;

C_C – содержание углерода в 1 м^3 природного газа, равное $0,525 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$\frac{44}{12}$ – коэффициент преобразования углерода в выбросы диоксида углерода.

6.2.2 Правила расчетов выбросов парниковых газов при производстве азотной кислоты

6.2.2.1 Выбросы закиси азота E_{N_2O} , тыс. т/год от производства азотной кислоты рассчитываются по формуле:

$$E_{N_2O} = \Pi_{HNO_3} \cdot \frac{x}{100} \times 5 \times 10^{-6}, \quad (17)$$

где Π_{HNO_3} – производство раствора азотной кислоты т/год;
 x – процентная концентрация раствора кислоты (%);
 5 – коэффициент выброса закиси азота при производстве 1 т кислоты, кг/т продукции [7].

6.2.3 Правила расчетов выбросов метана при производстве прочих химических веществ

6.2.3.1 Выбросы метана E_{CH_4} тыс. т/год от производства прочих химических веществ i рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{CH}_4} = \Pi_i \cdot \text{KB}_{\text{CH}_4} \cdot 10^{-6}, \quad (18)$$

где Π_i – производство i -того химического вещества, т/год;
 KB_{CH_4} – коэффициент выброса j -того газа при производстве 1 т i -ого вещества, кг/т продукции, который определяется в согласно таблице В.2 Приложения В.

6.3 Правила расчетов выбросов парниковых газов в металлургической промышленности

6.3.1 Выбросы диоксида углерода, метана E_i , тыс. т/год от производства электростали рассчитываются по формуле:

$$E_i = \Pi \times \text{KB}_i \times 10^{-6}, \quad (19)$$

где Π – производство электростали, т/год;
 KB_i – коэффициент выброса i -того газа при производстве 1 т электростали, кг/т продукции, который определяются согласно таблице В.3 Приложения В.

6.4 Примеры расчета выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы» приведены в приложении К.

7 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Сельское хозяйство»

7.1 Правила расчета выбросов парниковых газов при выращивании сельскохозяйственных животных

Животноводство приводит к выбросам парниковых газов на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, а именно: выбросам метана в результате внутренней ферментации, а также к выбросам метана и закиси азота от животноводческих систем удаления, хранения и использования навоза и птичьего помета.

7.1.1 Выбросы парниковых газов при выращивании сельскохозяйственных животных в эквиваленте CO_2 E_{GHG} , т/год определяются по формуле:

$$E_{\text{GHG}} = G_{\text{CH}_4}^i \cdot 21 + G_{\text{N}_2\text{O}}^i \cdot 310, \quad (20)$$

где $G_{\text{CH}_4}^i$ – выбросы метана при выращивании сельскохозяйственных животных i -го вида, т/год, определяемые в соответствии с 7.1.2.

$G_{N_2O}^i$ – выбросы закиси азота при выращивании сельскохозяйственных животных i -го вида, т/год, определяемые в соответствии с 7.1.3.

7.1.2 Выбросы метана при выращивании сельскохозяйственных животных определяются согласно ТКП 17.08–11–2008 (02120) в соответствии с 5.4.

7.1.3 Выбросы закиси азота при выращивании сельскохозяйственных животных определяются согласно ТКП 17.08–11–2008 (02120) в соответствии с 5.5.

Примечание – Для целей подготовки кадастров парниковых газов выбросы закиси азота от навоза сельскохозяйственных животных, который остается на пастбище, в загоне, на выгульно–кормовой площадке учитываются отдельно и отчитываются в категории «Выбросы закиси азота от пахотных земель» в категории «Выпас скота».

7.1.4 Примеры расчетов выбросов парниковых газов при выращивании сельскохозяйственных животных приведены в ТКП 17.08–11–2008 (02120) в приложении Д.

7.2 Правила расчета выбросов закиси азота из пахотных земель

Возделывание сельскохозяйственных земель приводит к прямым выбросам закиси азота, которые связаны с внесением азотных и органических удобрений, выращиванием бобовых культур, оставлением после уборки урожая растительных остатков на полях, обработкой торфяных почв, а также косвенным выбросам закиси азота, связанным с улетучиванием азота в атмосферу и вымыванием его из почвы в результате внесения азотных и органических удобрений.

7.2.1 Выбросы закиси азота из пахотных земель $E_{\text{почвы}N_2O}$, тыс. т/год рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{почвы}N_2O} = (E_{\text{прямые}} + E_{\text{косвен}}) \times 10^{-6}, \quad (21)$$

где $E_{\text{прямые}}$ – прямые выбросы закиси азота из пахотных земель, кг N_2O в год, определяемые согласно 7.2.2;

$E_{\text{косвен}}$ – косвенные выбросы закиси азота из пахотных земель, кг N_2O в год, определяемые согласно 7.2.7.

Примечание – Для преобразования выбросов закиси азота в эквивалент диоксида углерода полученную величину выбросов закиси азота следует умножить на коэффициент перевода 1 т закиси азота в 1 т диоксида углерода, равный 310.

7.2.2 Прямые выбросы закиси азота из пахотных земель $E_{\text{прямые}}$, кг N_2O / год определяются по формуле:

$$E_{\text{прямые}} = [(M_{\text{уд}} + M_{\text{н}} + M_{\text{фикс}} + M_{\text{ост}}) \times EF_{\text{н}} + M_{\text{орг}} \times EF_{\text{орг}}] \times \frac{44}{28}, \quad (22)$$

где $M_{\text{уд}}$ – годовое количество азота, которое поступает в почву с азотными удобрениями, с поправкой на улетучивание в виде NH_3 и NO_x , кг N_2O-N в год, которое определяется согласно 7.2.3;

M_n – годовое количество азота, которое поступает в почву с внесением навоза, с поправкой на улетучивание в виде NH_3 и NO_x , кг N_2O-N в год определяемое согласно 7.2.4;

$M_{\text{фикс}}$ –годовое количество азота, которое фиксируется в почве азотофиксирующими культурами, кг N_2O-N в год, которое рассчитывается по 7.2.5;

$M_{\text{ост}}$ – годовое количество азота, поступающего в почву с растительными остатками, кг N_2O-N в год, определяемое согласно 7.2.6;

EF_n – коэффициент выбросов азота из поступающих веществ, равный 0,0125 кг N_2O-N /кг поступающего вещества [3];

$M_{\text{орг}}$ – площадь обрабатываемых торфяных почв, га;

$EF_{\text{орг}}$ –коэффициент выбросов от обработки торфяных почв, равный 8 кг N_2O-N /га–год [3];

44/28 – коэффициент преобразования выбросов N_2O-N в выбросы N_2O .

7.2.3 Годовое количество азота, поступающего в почву с азотными удобрениями, с поправкой на улетучивание в виде NH_3 и NO_x $M_{\text{уд}}$, кг N_2O-N в год определяется по формуле:

$$M_{\text{уд}} = N_{\text{уд}} \times (1 - L_{\text{уд}}) \quad , \quad (23)$$

где $N_{\text{уд}}$ – годовое количество вносимых азотных удобрений, кг;

$L_{\text{уд}}$ – поправка на улетучивание азота в виде NH_3 и NO_x , равная 0,1.

7.2.4 Годовое количество азота, которое поступает в почву с внесением навоза и куриного помета, с поправкой на улетучивание в виде NH_3 и NO_x , кг N_2O-N /год рассчитывается по формуле:

$$M_n = \left(\sum_i N_{\text{навоз}_i} \times (1 - W_i) \times (1 - A_i) \times d_i \right) \times (1 - L_n) \quad , \quad (24)$$

где $N_{\text{навоз}_i}$ – годовое количество навоза и куриного помета, вносимого в почву, кг/год;

W_i – влажность навоза и куриного помета i -го вида (группы) сельскохозяйственных животных и птицы %; которая определяется согласно таблице Г.1 приложения Г;

A_i – зольность сухого вещества навоза и куриного помета i -го вида (группы) сельскохозяйственных животных и птицы %, которая равна для навоза крупного рогатого скота – 16%, свиней – 15%, птиц – 17,3% [14];

d_i – содержание азота в навозе и курином помете i -го вида (группы) сельскохозяйственных животных и птицы % от сух. в-ва, которое определяется согласно таблице Г.2 Приложения Г.

L_n – поправка на улетучивание азота в виде NH_3 и NO_x , равная 0,2 [3].

7.2.5 Годовое количество азота, которое фиксируется в почве азотофиксирующими культурами, $M_{\text{фикс}}$ кг N_2O-N в год определяется по формуле:

$$M_{\text{фикс}} = \sum_i B_i \times (1 + R_i) \times D_{\text{сух. в-ва}_i} \times D_{N_i} \times 10^6 \quad , \quad (25)$$

где B_i – валовой сбор бобовых культур, тыс. тонн;

R_i – отношение остатков к массе растениеводческой продукции;

$D_{\text{сух. в-ва } i}$ – доля сухого вещества в культуре i ;

$D_{N i}$ – доля азота в культуре i .

Примечание – к азотофиксирующим культурам относятся бобовые культуры такие как, культуры как фасоль, горох, соя, вика, люпин, клевер и пр.

Значения R_i , $D_{\text{сух. в-ва } i}$, $D_{N i}$ определяются согласно таблице Г.3 Приложения Г.

7.2.6 Годовое количество азота, поступающего в почву с растительными остатками, $M_{\text{ост}}$, кг N_2O-N в год рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{ост}} = \sum_i B_i \times R_i \times D_{\text{сух. в-ва } i} \times D_{N i} \times (1 - F_{\text{топл } i} - F_{\text{корм } i}) \times 10^6 + \sum_j B_j \times R_j \times D_{\text{сух. в-ва } j} \times D_{N j} \times (1 - F_{\text{топл } j} - F_{\text{корм } j}) \times 10^6, \quad (26)$$

где $B_{i,j}$ – валовой сбор бобовых культур i и других культур j , тыс. тонн;

$R_{i,j}$ – отношение остатков к массе растениеводческой продукции культур i,j ;

$D_{\text{сух. в-ва } i,j}$ – доля сухого вещества в культуре i,j ;

$D_{N i}$ – доля азота в культуре i,j ;

$F_{\text{топл } i,j}$ – доля растительных остатков, которые используются в качестве топлива;

$F_{\text{корм } i,j}$ – доля растительных остатков, которые используются на корм скоту, подстилку и пр.

i – бобовые культуры;

j – другие сельскохозяйственные культуры.

Примечание – Значения $R_{i,j}$, $D_{\text{сух. в-ва } i,j}$, $D_{N i,j}$ определяются согласно таблице Г.3 Приложения Г.

7.2.7 Косвенные выбросы из пахотных земель $E_{\text{косвен}}$, кг N_2O в год определяются по формуле:

$$E_{\text{косвен}} = (M_{\text{улет}} + M_{\text{вынос}}) \times \frac{44}{28}, \quad (27)$$

где $M_{\text{улет}}$ – годовое количество азота, которое улетучивается в атмосферу в результате внесения азотных удобрений и навоза, кг N /год, которое определяется согласно 7.2.8;

$M_{\text{вынос}}$ – годовое количество азота, которое вымывается из почвы в результате внесения азотных удобрений и навоза, кг N /год, которое определяется согласно 7.2.9;

44/28 – коэффициент преобразования выбросов N_2O-N в выбросы N_2O .

7.2.8 Годовое количество азота, которое улетучивается в атмосферу в результате внесения азотных удобрений и навоза $M_{\text{улет}}$, кг N /год рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{улет}} = (N_{\text{уд}} \times L_{\text{уд}} + N_{\text{навоз}} \times L_{\text{н}}) \times EF_{\text{улет}}, \quad (28)$$

где $N_{\text{уд}}$ – годовое количество вносимых азотных удобрений, кг;

$L_{\text{уд}}$ – доля азота, который улетучивается в результате внесения азотных удобрений в виде NH_3 и NO_x , равная 0,1 [3];

$N_{\text{навоз}}$ – годовое количество выделенного навоза, кг N /год, которое определяется согласно 7.3;

L_n – доля азота, который улетучивается в виде NH_3 и NO_x в результате внесения навоза в почву, равная 0,2 [3];

$EF_{\text{улет}}$ – коэффициент выбросов N_2O-N , равный 0,01 кг N_2O-N /кг NH_4-N и NO_x [3].

7.2.9 Годовое количество азота, которое вымывается из почвы в результате внесения азотных удобрений и навоза, $M_{\text{вынос}}$ кг N/год определяется по формуле:

$$M_{\text{вынос}} = (N_{\text{уд}} + (\sum_i N_{\text{навоз } i} \times (1 - W_i) \times (1 - A_i) \times d_i)) \times L_{\text{вынос}} \times EF_{\text{вынос}}, \quad (29)$$

где $N_{\text{уд}}$ – годовое количество вносимых азотных удобрений, кг;

$(\sum_i N_{\text{навоз } i} \times (1 - W_i) \times (1 - A_i) \times d_i)$ – годовое количество внесенного в почву навоза, кг N/год, которое определяется формулы 24 согласно 7.2.4;

L_n – доля азота, который вымывается из почвы в результате внесения азотных удобрений и навоза в почву, равная 0,3;

$EF_{\text{улет}}$ – коэффициент выбросов N_2O-N , равный 0,025 кг N_2O-N /кг N.

7.2.10 Примеры расчета выбросов закиси азота из пахотных земель приведены в приложении К.

8 Правила расчета выбросов и поглощений парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

1 Правила расчета выбросов и поглощений парниковых газов на покрытых лесом землях

8.1.1 Изменения запаса углерода в фитомассе лесов $\Delta C_{\text{запас}}$, т С/год, определяется по формуле:

$$\Delta C_{\text{запас}} = \Delta C_{\text{ув}} - \Delta C_{\text{ум}} \quad (30)$$

где $\Delta C_{\text{ув}}$ – годовое увеличение запасов углерода в результате роста фитомассы, т С/год, которое определяется согласно 8.1.2;

$\Delta C_{\text{ум}}$ – годовое уменьшение запасов углерода в результате потерь фитомассы, т С/год, которое включает в себя потери углерода в результате заготовки деловой и топливной древесины, а также в результате пожаров, которое определяется согласно 8.1.3.

Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода полученную величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.1.2 Годовое увеличение запасов углерода в результате роста фитомассы на покрытых лесом землях $\Delta C_{\text{ув}}$, т С/год, рассчитывается по формуле:

$$\Delta C_{\text{ув}} = \sum_{ij} A_{ij} \times I_{n\ ij} \times D_{ij} \times BEF_{ij} \times (1 + R_{ij}) \times CF, \quad (31)$$

где A_{ij} – площадь покрытых лесом земель, га;

i, j – наименование породы деревьев и класса возраста соответственно.

I_{nij} – средний годичный прирост по запасу стволовой древесины, м³/га/год, который определяется согласно с таблице Д.1 Приложения Д;

D_{ij} – плотность абсолютно сухой древесины, тонны сухого вещества/м³ товарного объема, которая определяется согласно таблице Д.1 Приложения Д;

BEF_{ij} – коэффициент разрастания фитомассы для преобразования товарного объема в надземную фитомассу деревьев, который определяется согласно таблице Д.1 Приложения Д;

R_{ij} – соотношение массы корней и побегов согласно таблице Д.1 Приложения Д;

CF – доля углерода в сухом веществе, равная 0,5 т С/т сухого вещества.

1 Примечание – данные о площади лесов по основным лесообразующим породам и классам возраста определяются согласно материалов государственного лесного кадастра Республики Беларусь.

2 Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода полученную величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.1.3 Годовое уменьшение запасов углерода в результате потерь фитомассы $\Delta C_{ум}$, т С/год, рассчитываются по формуле:

$$\Delta C_{ум} = \Delta C_{дд} + \Delta C_{тд} + L_n, \quad (32)$$

где $\Delta C_{дд}$ – годовая потеря углерода в результате заготовки деловой древесины, т С/год, которая определяется согласно 8.1.4;

$\Delta C_{тд}$ – годовая потеря углерода в результате заготовки дров, т С/год, которая определяется согласно 8.1.5;

L_n – годовое уменьшение запасов углерода в результате пожаров, т С/год, которое определяется согласно 8.1.6.

Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода полученную величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.1.4 Годовая потеря углерода в результате заготовки деловой древесины $\Delta C_{дд}$ т С/год определяется по формуле:

$$C_{дд} = H \times D \times BEF_1 \times (1 - F_p) \times CF, \quad (33)$$

где H – объем заготовки деловой древесины; м³/год;

D – плотность абсолютно сухой древесины, т сухого вещества/м³, которая определяется согласно таблице Д.2 Приложения Д;

BEF_1 – коэффициент разрастания фитомассы для преобразования объемов изъятых круглых лесоматериалов в общее количество надземной фитомассы

(включая кору и ветки), который определяется согласно таблице Д.2 Приложения Д;

F_p – доля фитомассы, оставленной для разложения в лесу, равная 0,1;
 CF – доля углерода в сухом веществе равная 0,5 т С/т сухого вещества.

Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.1.5 Годовая потеря углерода в результате заготовки дров $\Delta C_{\text{тд}}$, т С/год, оценивается с помощью уравнения:

$$\Delta C_{\text{тд}} = FG \times D \times BEF_1 \times CF, \quad (34)$$

где FG – годовой объем заготовки дров, м³/год;

D – плотность абсолютно сухой древесины, т сухого вещества/м³, которая определяется согласно таблице Д.2 Приложения Д;

BEF_1 – коэффициент разрастания фитомассы для преобразования объемов изъятых круглых лесоматериалов в общее количество надземной фитомассы (включая кору, ветки и т.д.), который определяется в соответствии с таблицей Д.2 Приложения Д;

CF – доля углерода в сухом веществе равная 0,5 т С/т сухого вещества.

Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.1.6 Годовое уменьшение запасов углерода в результате пожаров L_n , т С/год, определяется по формуле:

$$L_n = \sum (A_i \times c_{mi} \times CF), \quad (35)$$

где A_i – площадь леса, пройденная определенным типом пожара, га;

c_{mi} – масса сгоревшего органического материала при определенном типе пожара, т.с.в/га, которая определяется согласно таблице Д.3 (Приложение Д);

CF – доля углерода в сухом веществе равная 0,5 т С/(т сухого вещества).

Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода полученную величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.1.7 Выбросы метана, закиси азота в результате пожаров тыс.т, рассчитывается по формулам:

$$E_{\text{CH}_4} = L_n \cdot 0,012 \times \frac{16}{12}, \quad (36)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = L_n \cdot \frac{N}{C} \times 0,07 \times \frac{44}{28}, \quad (37)$$

где L_n – годовое уменьшение запасов углерода в результате пожаров, тыс. т С, определяемое согласно 8.1.6

1 Примечание – значения 0,012 соответствует доле углерода, которая выделяется в виде CH_4 .

2 Примечание – значение отношения азот/углерод (N/C) в сухой массе равно 0,01. Доля азота, выделившегося в форме N_2O составляет 0,007.

3 Примечание – для преобразования величины выбросов соответствующего газа в эквивалент диоксида углерода необходимо умножить полученный результат на величину потенциала глобального потепления (ПГП) согласно таблице А.1 Приложение А.

8.1.8 Запас углерода в основных типах лесных почв рассчитывается $\Delta C_{\text{мп}}$, т С/год, рассчитывается по формуле:

$$\Delta C_{\text{мп}} = A_i \times q_i, \quad (38)$$

где A_i – площадь лесов, определенного типа, га;

q_i – содержание углерода в слое 0–50 см, т/га, которое определяется согласно таблице Д.4 Приложения Д.

Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода полученную величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.1.9 Выбросы диоксида углерода из осушенных лесных земель с торфяно–болотными почвами $\Delta C_{\text{отп}}$, т С/год, рассчитываются по формуле:

$$\Delta C_{\text{отп}} = A_{\text{осуш}} \times EF_{\text{осуш}} \times \frac{44}{12}, \quad (39)$$

где $A_{\text{осуш}}$ – площадь осушенных лесных земель с торфяно–болотными почвами, га;

$EF_{\text{осуш}}$ – коэффициент выбросов углерода из осушенных лесных земель с торфяно–болотными почвами, т С/га/год.

Примечание – Коэффициент выбросов для CO_2 из осушенных торфяно–болотных лесных почв составляет 0,68 т С/га/год.

8.1.10 Выбросы закиси азота из осушенных лесных земель с торфяно–болотными почвами $\Delta \text{N}_2\text{O}$, тыс. т/год, рассчитываются по формуле:

$$\Delta \text{N}_2\text{O} = A_{\text{осуш}} \times EF_1 \times \frac{44}{28} \times 10^{-6}, \quad (40)$$

где $A_{\text{осуш}}$ – площадь осушенных лесных земель с торфяно–болотными почвами, га;

EF_1 – коэффициент выбросов осушенных лесных земель с торфяно–болотными почвами, равный 0,1 кг N_2O –N/га/год.

Примечание – для перевода выбросов соответствующего газа в эквивалент диоксида углерода необходимо умножить полученный результат на величину потенциала глобального потепления, который определяется согласно таблице А.1 Приложение А.

2 Правила расчета выбросов и поглощений парниковых газов на сельскохозяйственных землях

8.2.1 Изменения запаса углерода в фитомассе искусственно–созданной древесно–кустарниковой растительности на сельскохозяйственных землях под постоянными культурами, ΔC_c т С/год, определяется по формуле:

$$\Delta C_c = A \times G - (A_1 - A_2) \times L, \quad (41)$$

где A – площадь сельскохозяйственных земель под постоянными культурами в отчетном году, га;

G – темп накопления фитомассы, равный 2,1 т С/га/год;

$A_1 - A_2$ – сокращение площади сельскохозяйственных земель под постоянными культурами сравнению с предыдущим годом, га;

L – потери углерода в фитомассе, равные 63 т С/га.

1 Примечание – сведения о площадях сельскохозяйственных земель под постоянными культурами содержатся в данных государственного земельного кадастра Республики Беларусь.

2 Примечание – для перевода запасов углерода в эквивалент диоксида углерода величину запасов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.2.2 Выбросы углерода от использования известковых материалов в качестве удобрения $\Delta C_{\text{известь}}$, т С/год, рассчитываются по формуле:

$$\Delta C_{\text{известь}} = M_{\text{известь}} \times EF_{\text{известь}}, \quad (42)$$

где $M_{\text{известь}}$ – годовое количество известковых материалов, вносимых в почву, т/год;

$EF_{\text{известь}}$, – коэффициент выбросов, равный 0,12 т С/т известковых материалов.

Примечание – для перевода выбросов углерода в эквивалент диоксида углерода полученную величину выбросов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

8.2.3 Выбросы углерода от осушенных сельскохозяйственных земель с торфяно–болотных почвами, $\Delta C_{\text{стп}}$, т С/год рассчитываются по формуле:

$$\Delta C_{\text{стп}} = A \times EF_{\text{стп}}, \quad (43)$$

где A – площадь осушенных сельскохозяйственных земель с торфяно–болотных почвами, га;

$EF_{\text{стп}}$ – коэффициент выбросов для обрабатываемых торфяных почв, равный 8,86 т С/га/год [16].

Примечание – для перевода выбросов углерода в эквивалент диоксида углерода полученную величину выбросов углерода необходимо умножить на соотношение молекулярных масс диоксида углерода и углерода – 44/12.

3 Расчет выбросов и поглощений парниковых газов от разрабатываемых торфяных месторождений

8.3.1 Выбросы диоксида углерода от разрабатываемых торфяных месторождений ΔC_{TM} , т CO₂/год, рассчитываются по формуле:

$$\Delta C_{\text{TM}} = A \times EF_{\text{TM}}, \quad (44)$$

где A – площадь земель, на которых ведутся торфоразработки, га;
 EF_{TM} – коэффициент выбросов для CO₂ от земель, на которых ведутся торфоразработки, равный 11,3 т CO₂/га/год [16].

8.3.2 Выбросы закиси азота от разрабатываемых торфяных месторождений ΔN_2O_{TM} , кг N₂O/год, рассчитываются по формуле:

$$\Delta N_2O_{\text{TM}} = A \times EF_{\text{TM}_2} \times \frac{44}{28}, \quad (45)$$

где A – площадь земель, на которых ведутся торфоразработки, га;
 EF_{TM_2} – коэффициент выбросов для N₂O от земель, на которых ведутся торфоразработки, равный 0,1 кг N₂O–N/га/год [4].

Примечание – для перевода выбросов закиси азота в эквивалент диоксида углерода необходимо умножить полученный результат на коэффициент перевода 1 т закиси азота в 1 т диоксида углерода, равный 310.

8.4 Примеры расчета выбросов парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» приведены в приложении К.

9 Правила расчета выбросов парниковых газов в секторе «Отходы»

9.1 Правила расчета выбросов метана от объектов захоронения твердых коммунальных отходов

9.1.1 Выбросы метана от объектов размещения твердых коммунальных отходов SW_{CH_4} , тыс. т/год рассчитываются по формуле:

$$SW_{\text{CH}_4} = (MSW \times MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times \frac{16}{12} - R) \times (1 - OX) \quad (46)$$

где MSW – годовое количество твердых коммунальных отходов (ТКО), вывезенных на полигоны, тыс. т/год;

MCF – поправочный коэффициент потока метана, который определяется согласно таблице Ж1 ПриложенияЖ;

DOC – количество способного к разложению углерода, тыс.т С/тыс.т ТКО, который рассчитывается согласно 9.1.2;

DOC_F – доля углерода, которая фактически разлагается, равная 0,77;

F – доля метана в составе образующихся газов на полигонах ТКО, равная 0,5;

$$\frac{16}{12}$$

– соотношение молекулярных масс метана и углерода;

R – количество утилизированного метана полигонов ТКО с получением энергии, тыс. т/год;

OX – коэффициент окисления метана (типовое значение 0).

Примечание – для перевода выбросов метана в эквивалент диоксида углерода необходимо умножить полученный результат на коэффициент перевода 1 т метана в 1 т диоксида углерода, равный 21.

9.1.2 Количество способного к разложению углерода DOC, тыс.т C/тыс.т ТКО рассчитывается по формуле:

$$DOC = (0,4 \times A) + (0,17 \times B) + (0,15 \times C) + (0,3 \times D) \quad , \quad (47)$$

где A – доля бумаги и текстиля в ТКО;

B – доля отходов парков или других непищевых органических материалов, способных к разложению в анаэробных условиях, в ТКО;

C – доля пищевых отходов в ТКО;

D – доля древесных отходов или соломы в ТКО.

Примечание – значения A, B, C, D определяются по морфологическому составу ТКО на полигоне.

9.2 Правила расчета выбросов закиси азота от отходов жизнедеятельности человека, содержащихся в сточных водах

9.2.1 Выбросы закиси азота от отходов жизнедеятельности человека, содержащихся в сточных водах, WW_{N_2O} , тыс. т/год рассчитываются по формуле:

$$WW_{N_2O} = N \times C_p \times P \times EF_{N_2O} \times \frac{44}{28} \times 10^{-6} \quad , \quad (48)$$

где N – численность населения, человек;

C_p – потребление белка на душу населения, кг/чел.год;

P – доля азота в потребленном белке равная 0,16 N/кг белка;

EF_{N_2O} – коэффициент выбросов закиси азота от отходов жизнедеятельности человека равный 0,01 N_2O-N /кгN;

$$\frac{44}{28}$$

– соотношение молекулярных масс закиси азота и азота.

1 Примечание – потребление белка на душу населения и численность населения определяется по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь.

2 Примечание – для перевода выбросов закиси азота в эквивалент диоксида углерода необходимо умножить полученный результат на коэффициент перевода 1 т закиси азота в 1 т диоксида углерода, равный 310.

Приложение А
(справочное)
Величины потенциалов глобального потепления, используемы для
перевода соответствующего газа в эквивалент диоксида углерода

Таблица А.1

Парниковый газ	Химическая формула	Потенциал глобального потепления
Диоксид углерода	CO ₂	1
Метан	CH ₄	21
Закись азота	N ₂ O	310

ПриложениеБ
(справочное)
Низшие теплотворные способности и содержание углерода в
различных видах топлива

Таблица Б.1 [9–13]

Наименование видов топлива	Низшая теплотворная способность топлива, НТСтопл, ГДж/т
Твердые топлива	
Уголь	11,9
Торф топливный	7,8–12,5
Брикеты топливные (при условной влажности 16%) /3/	16,59–17,37
Кокс	28,2
Жидкие топлива	
Нефть, включая газовый конденсат	42,3
Мазут топочный	39,64–40,48
Топливо дизельное	42,44–42,71
Топливо печное бытовое	41,25–42,35
Бензин автомобильный	44,3
Керосин осветительный	43,8
Топливо для реактивных двигателей (керосин авиационный)	44,1
Газ сжиженный	44,2
Смесь нефтяных отходов	40,2
Газообразные топлива	
Газ природный	49,16
Газ попутный	39,06
Сухой газ нефтепереработки	49,5
Биомасса	
Древесина/древесные отходы	15,6

**Приложение В
(справочное)
Базовые параметры и коэффициенты для расчета выбросов
парниковых газов в секторе «Промышленные процессы»**

Таблица В.1 – Базовые параметры для расчета коэффициентов выбросов диоксида углерода при производстве извести

Тип извести	Стехиометрическое соотношение, $P_{CO_2/CaO}$	Доля CaO, % C_{CaO}	Доля CaO MgO, % C_{CaOMgO}	Стехиометрическое соотношение CO ₂ к CaO·MgO	Коэффициент выбросов CO ₂ , (т/т)
Жирная	0,79	93–98	0,3–2,5	0,95	0,75
Доломитизированная	0,91	55–57	38–41	0,85–0,95	0,77–0,86
Гашеная	0,79	65–92		0,75	0,59

Таблица В.2 – Коэффициенты выбросов метана от производства химических веществ

Химическое вещество	Коэффициент выбросов (кг/т)
Этилен	1
Метанол	2

Таблица В.3 – Коэффициенты выбросов диоксида углерода и метана при производстве металлов

Металл	Коэффициент выбросов (кг/т)	
	CO ₂	CH ₄
Электросталь	5	0,9

**Приложение Г
(справочное)
Базовые параметры и коэффициенты для расчета выбросов
парниковых газов в секторе «Сельское хозяйство»**

Таблица Г.1 – Величины влажности навоза и куриного помета, % [14]

Хряки	Свиноматки			Поросята отъемыши до 30кг	Свиньи на откорме, кг		
	холостые	супоросные	с поросятами		до 40	40– 80	более 80
89,9	90,8	91,0	91,0	86,0	86,6	87,0	87,5

1 Примечание – Средняя влажность экскрементов: для коров молочных пород – 88%, для молодняка, мясного скота и телят – 86%.
2 Примечание – Средняя влажность помета птицы 55–60%.

Таблица Г.2 – Содержание азота в навозе и курином помете, % от массы сухого вещества [14]

Наименование	Общий азот
Свиной навоз	5
Навоз крупного рогатого скота	3,2
Куриный помет	6,2

Таблица Г.3 – Величины отношения остатков к продукции растениеводства, доли сухого вещества и доли азота в сельскохозяйственных культурах [3]

Наименование сельскохозяйственной культуры	Отношение остатков/продукция R_i	Доля сух.в-ва, D_i	Доля азота, D_{Ni}
Пшеница	1,3	0,85	0,0028
Ячмень	1,2	0,85	0,0043
Кукуруза	1	0,88	0,0081
Овес	1,3	0,92	0,007
Рожь	1,6	0,90	0,0048
Просо	1,4	0,89	0,007
Горох	1,5	0,87	0,0142
Бобы	2,1	0,86	0,023
Соя	2,1	0,87	0,023
Картофель	0,4	0,22	0,011
Кормовая свекла	0,3	0,13	0,0228
Сахарная свекла	0,2	0,13	0,0228
Вика и виковые смеси*	–	0,84	0,030
Люпин кормовой сладкий*	–	0,84	0,030
Сено однолетних трав	0	0,83	0,019
Сено многолетних трав	0	0,83	0,019
Зеленая масса многолетних трав	0	0,14–0,28	0,019

* - Для расчета фиксации азота такими культурами как люпин, вика в формуле (26) 7.2.6 использовать выражение $(1 + R_i) \times D_{\text{сух.в-ва}i} = 2$.

Зеленая масса однолетних трав	0	0,14–0,28	0,019
-------------------------------	---	-----------	-------

**Приложение Д
(справочное)
Базовые параметры и коэффициенты для расчета выбросов парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»**

Таблица Д.1 – Коэффициенты для оценки поглощения углерода лесами [19-22]

Национальные коэффициенты	Породы и группы возраста				
	молодняки		средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные
	I кл.	II кл.			
Хвойные породы (сосна, ель)					
Средний годичный прирост по запасу стволовой древесины (среднее изменение запаса – I_n), м ³ /га в год	4,0	4,4	4,2	3,6	3,2
Отношение подземной фитомассы к наземной фитомассе (R)	0,179	0,200	0,264	0,249	0,201
Плотность абсолютно сухой древесины (D), т.с.в./м ³	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Коэффициент разрастания фитомассы для преобразования товарного объема в надземную фитомассу деревьев – BEF	1,68	1,39	1,34	1,31	1,19
Твердолиственные породы (дуб, граб)					
Средний годичный прирост по запасу стволовой древесины (среднее изменение запаса – I_n), м ³ /га в год	2,4	2,7	2,9	2,6	2,3
Отношение подземной фитомассы к наземной фитомассе (R)	0,524	0,401	0,246	0,208	0,208
Плотность абсолютно сухой древесины (D), т.с.в./м ³	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Коэффициент разрастания фитомассы для преобразования товарного объема в надземную фитомассу деревьев – BEF	1,307	1,302	1,238	1,238	1,238
Мягколиственные породы (береза, осина, ольха серая и черная, ясень)					
Средний годичный прирост по запасу стволовой древесины (среднее изменение запаса – I_n), м ³ /га в год	5,5	5,7	5,2	4,7	4,5
Отношение подземной фитомассы к наземной фитомассе (R)	0,355	0,221	0,235	0,240	0,231
Плотность абсолютно сухой древесины (D), т.с.в./м ³	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Коэффициент разрастания фитомассы для преобразования товарного объема в надземную фитомассу деревьев – BEF	1,510	1,300	1,092	1,159	1,085

Таблица Д.2 – Коэффициенты для расчета годовой потери углерода в результате заготовки деловой и дровяной древесины [4]

Коэффициент	Значение
Плотность сухой древесины (D), т.с.в./м ³	0,45
Коэффициент разрастания фитомассы для преобразования объемов изъятых круглых лесоматериалов в общее количество надземной фитомассы (включая кору и ветки) (BEF ₁)	1,3
Доля фитомассы, оставленной для разложения в лесу (F _{BL})	0,1

Таблица Д.3 – Масса сгоревшего органического материала при определенном типе пожара

Тип пожара	Масса сгоревшего органического материала (C _m), т/га
Верховой	35
Низовой	13
Подземный	120

Таблица Д.4 – Отношение типов леса к основным типам почв и содержание в них углерода [17-18]

Типы леса	Почвы	Содержание углерода в слое 0–50 см, т/га
Сосняки и березняки лишайниковые, вересковые и брусничные, осинники брусничные	Дерново-подзолистые песчаные, сухие, суховатые и свежие	22
Сосняки, осинники и березняки мшистые, орляковые, кисличные; ельники брусничные, мшистые, кисличные, дубравы кисличные и орляковые	Дерново-подзолистые песчаные, супесчаные или легкосуглинистые, свежие	32
Ельники, березняки и осинники снытевые	Дерново-подзолистые суглинистые или глинистые, влажные	39
Сосняки и березняки черничные, приручейно-травяные; все долгомошные типы леса; ельники, березняки и осинники папоротниковые ельники и осинники приручейно-травяные, черничные; дубравы черничные, снытевые, луговиковые, папоротниковые; черноольшанники кисличные, снытевые, крапивные	Дерново-подзолистые оглеенные песчаные, супесчаные влажные; торфянисто-подзолисто-глеевые, песчаные или супесчаные, сырые; перегнойно-глеевые, торфянисто-глеевые, сырые и влажные; торфянисто-глеевые; перегнойно-торфянисто-глеевые, сырые и мокрые	42
Ельники, дубравы, березняки и	Перегнойно-карбонатные	111

Типы леса	Почвы	Содержание углерода в слое 0–50 см, т/га
осинники крапивные	(оглеенные) или перегнойно–глеевые, супесчаные, подст. суглинком, сырые, проточные	
Прируслово-пойменные и злаково-пойменные	Дерново-подзолистые аллювиальные, иловато-песчаные или супесчаные, оглеенные, затопляемые, проточные	153
Ольхово-пойменные, широколиственно-пойменные, ясенево-пойменные	Дерново-подзолистые глеевые и торфянисто-глеевые аллювиальные, супеси и суглинки, периодически затопляемые	171
Багульниковые, осоковые, сфагновые и пушице-сфагновые типы	Торфяно-глеевые слабо-проточные и с застойными водами	197
Осоково-травяные типы	Торфяно-болотные слабо проточные	220
Черноольшанники папоротниковые, болотно-папоротниковые, ивняковые, таволговые, березняки ивняковые и все болотно–разнотравные и касатиковые типы	Торфяно-глеевые средне и сильнообводненные слабо и среднепроточные	335

**Приложение Ж
(справочное)****Величины поправочных коэффициентов потока метана на
полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО)**

Таблица Ж.1

Тип полигона	Поправочный коэффициент потока метана
Контролируемый*	1
Неконтролируемый – с высотой отвала >5м	0,8
Неконтролируемый – с высотой отвала <5м	0,4
Прочие	0,6

*контролируемый полигон ТКО– полигон, на котором осуществляется «продувка» – вентиляции, которая устанавливается посредством закладки перфорированных труб в тело отходов, и производится защита от возгораний, а также выполняются некоторый из условий: отходы чем–либо покрываются либо осуществляется их механическое спрессовывание, либо отходы укладываются послойно [3].

**Приложение К
(справочное)
Примеры расчета выбросов парниковых газов**

К.1 Пример расчета выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика»

К.1.1 Пример расчета выбросов парниковых газов в результате отвода и факельного сжигания попутных газов при добыче нефти и природного газа

Исходные данные для расчета: Объем отведенного газа в результате добычи нефти и природного газа составил 0,04 млн. м³. Объем газа сожженного в факелах – 1,05 млн. м³.

Рассчитывают выбросы метана в результате отвода попутных газов при добыче нефти и природного газа по формуле (3). Коэффициент выбросов метана при отводе газа в результате добычи нефти и газа равен 6 кг СН₄/ТДж.

$$E_{\text{отвод}} = 0,04 \times 33,7 \times 6 \times 21 \times 10^{-6} = 0,0002 \text{ тыс. т} = 0,2 \text{ т CO}_2\text{эквивалент};$$

Рассчитывают выбросы диоксида углерода, метана и закиси азота в результате факельного сжигания попутных газов при добыче нефти и природного газа по формуле (4): Коэффициенты выбросов диоксида углерода, метана и закиси азота равны 55819,5 кг СО₂/ТДж, 5 кг СН₄/ТДж, 0,1 кг N₂O/ТДж соответственно.

$$E_{\text{факелCO}_2} = 1,05 \times 33,7 \times (55819,5 + 5 \times 21 + 0,1 \times 310) \times 10^{-6} = 1,97 \text{ тыс т} = 1970 \text{ т CO}_2 \text{ эквивалент};$$

Рассчитывают общие выбросы парниковых газов в результате отвода и факельного сжигания попутных газов при добыче нефти и природного газа по формуле (2).

$$E_{\text{оф}} = E_{\text{отвод}} + E_{\text{факел}} = 0,2 + 1970 = 1970,2 \text{ т CO}_2\text{эквивалент}.$$

К.2 Пример расчета выбросов парниковых газов от промышленных процессов

Пример К.2.1 Расчет выбросов диоксида углерода при производстве цемента

Исходные данные для расчета: годовое производство клинкера для производства цемента составляет 3772,3 тыс. т.

Рассчитывают коэффициент выбросов диоксида углерода по формуле (6). Массовая доля оксида кальция в клинкере принимается равной 0,65.

$$KB = 0,785 \times 0,65 = 0,51025 ;$$

Коэффициент поправки на цементную пыль принимается равным 1,02. Рассчитывают выбросы от производства цемента по формуле (5).

$$E_{\text{CO}_2} = 3772300 \times 0,51025 \times 1,02 \times 10^{-3} = 1963,3 \text{ тыс.т.}$$

Пример К.2.2 Расчет выбросов диоксида углерода от производства извести

Исходные данные для расчета: годовое производство извести составляет 804,5 тыс. т.

Производству извести делится на жирную и доломитизированную известь в соотношении 85/15. Т.о. производство жирной извести составило 683,8 тыс. т, производство доломитизированной извести 120,7 тыс. т.

Рассчитывают поправочный коэффициент на гашеную известь по формуле (8).

$$ПК = 1 - x \times y = 1 - 0,1 \times 0,28 = 0,97 \quad ;$$

Величины x и y неизвестны, то их значения принимают равными 0,10 и 0,28 соответственно.

Рассчитывают коэффициент выбросов диоксида углерода для жирной извести по формуле (9). Стехиометрическое соотношение для жирной извести равно 0,79. Доля CaO составляет 0,95.

$$КВ_{CO_2} = 0,79 \times 0,95 = 0,75 \quad \text{т } CO_2/\text{т};$$

Рассчитывают коэффициент выбросов диоксида углерода для доломитизированной извести по формуле (10). Стехиометрическое соотношение для доломитизированной извести равно 0,91. Доля CaO/caMgO составляет 0,95.

$$КВ_{CO_2} = 0,91 \times 0,95 = 0,86 \quad \text{т } CO_2/\text{т};$$

Выбросы диоксида углерода при производстве извести рассчитываются по формуле (7).

$$E_{CO_2} = 683,8 \times 0,97 \times 0,75 + 120,7 \times 0,97 \times 0,86 = 598,15 \quad \text{тыс. т.}$$

Пример К.2.3 Расчет выбросов диоксида углерода при производстве известняка и доломита

Исходные данные для расчета: производство известняка составило 1874 тыс. т, доломита – 900,2 тыс. т.

Рассчитывают коэффициент выбросов при производстве известняка по формуле (13).

$$КВ_{CO_2 \text{ известняк}} = 440 \times 1 = 440 \quad \text{кг } CO_2/\text{т};$$

Рассчитывают коэффициент выбросов от производства доломита по формуле (14).

$$КВ_{CO_2 \text{ доломит}} = 477 \times 1 = 477 \quad \text{кг } CO_2/\text{т};$$

Выбросы диоксида углерода при производстве известняка и доломита рассчитываются по формуле (11) и (12).

$$E_{CO_2} = 1874 \times 1000 \times 440 \times 10^{-6} + 900,2 \times 1000 \times 477 \times 10^{-6} = 1253,6 \quad \text{тыс. т};$$

Пример К.2.4 Расчет выбросов диоксида углерода при использовании кальцинированной соды

Исходные данные для расчета: Потребление кальцинированной соды составило 6419,4 т.

Выбросы диоксида углерода при использовании кальцинированной соды рассчитываются по формуле (15). Коэффициент выбросов CO₂, потреблённой соды составляет 415 кг/т.

$$E_{\text{CO}_2} = 6419,4 \times 415 \times 10^{-6} = 2,67 \text{ тыс. т};$$

Пример К.2.5 Расчет выбросов диоксида углерода при производстве аммиака

Исходные данные для расчета: производство аммиака составило 1016,7 тыс. т.

Выбросы диоксида углерода при производстве аммиака рассчитываются по формуле (16). Расходный коэффициент потребления природного газа в качестве сырья для производства 1 т аммиака равен 1,1 м³/т, содержание углерода в 1 м³ природного газа составляет 0,525 кг/м³.

$$E_{\text{CO}_2} = 1016,7 \times 1000 \times 1,1 \times 0,525 \times \frac{44}{12} \times 10^{-6} = 1323,04 \text{ тыс. т};$$

Пример К.2.6 Расчет выбросов закиси азота при производстве азотной кислоты

Исходные данные для расчета: производство 46% азотной кислоты составило 1615 т.

Выбросы закиси азота от производства азотной кислоты рассчитываются по формуле (17).

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 1615 \times \frac{46}{100} \times 5 \times 10^{-6} = 0,004 \text{ тыс. т};$$

Пример К.2.7 Расчет выбросов парниковых газов при производстве прочих химических веществ

Исходные данные для расчета: производство этилена составило 137,7 тыс. т, метанола – 82,7 тыс. тонн.

Выбросы метана при производстве этилена и метанола рассчитываются по формуле (18). Коэффициенты выбросов метана для этилена и метанола составляют 1 кг/т и 2 кг/т соответственно.

$$E_{\text{CH}_4} = 137700 \times 1 \times 10^{-6} + 82700 \times 2 \times 10^{-6} = 0,3 \text{ тыс. т};$$

Пример К.2.8 Расчет выбросов парниковых газов при производстве электростали

Исходные данные: производство электростали составило 2671,6 тыс. т.

Выбросы диоксида углерода при производстве электростали определяются по формуле (19). Коэффициент выбросов диоксида углерода равен 5 кг/т.

$$E_{\text{CO}_2} = 2671,6 \times 1000 \times 5 \times 10^{-6} = 13,36 \text{ тыс. т};$$

Выбросы метана при производстве электростали определяются по формуле (19). Коэффициент выбросов метана равен 0,9 кг/т.

$$E_{\text{CH}_4} = 2671,6 \times 1000 \times 0,9 \times 10^{-6} = 2,4 \text{ тыс. т.}$$

К.3 Примеры расчета выбросов закиси азота от пахотных земель

Пример К.3.1 Сельскохозяйственная организация специализируется на выращивании пшеницы, ржи, сахарной свеклы и картофеля. Валовой сбор урожая по хозяйству составил: пшеница – 130 тонн, рожь 105 тонн, сахарная свекла – 1450 тонн, картофель – 695 тонн. Под сельскохозяйственные культуры было внесено 1 тыс. тонн азотных удобрений и 11 т навоза крупного рогатого скота. Общая пахотная площадь составляет 250 га, из них 50 га – осушенных торфяных земель.

К.3.1 Прямые выбросы закиси азота из пахотных земель определяются по формуле 22.

Годовое количество азота, поступающего в почву с азотными удобрениями, с поправкой на улетучивание в виде NH_3 и NO_x рассчитывается по формуле (23).

$$M_{\text{уд}} = 1000 \times 10^3 \times (1 - 0,1) = 9000000 \text{ кг/год ;}$$

Годовое количество азота, поступающего из навоза, с поправкой на улетучивание в виде NH_3 и NO_x рассчитывается по формуле (24).

Влажность навоза крупного рогатого скота составляет 86% (таблица Г.1).

Зольность сухого вещества навоза крупного рогатого скота равна 0,16.

Содержание азота в навозе крупного рогатого скота определяется в соответствии с таблицей Г.2 и равна

Поправка на улетучивание в виде NH_3 и NO_x , равна 0,2.

$$M_{\text{н}} = 11 \times 10^3 \times (1 - 0,86) \times (1 - 0,16) \times 0,032 \times (1 - 0,2) = 33,1 \text{ кг/год;}$$

Годовое количество азота, поступающего в почву с растительными остатками рассчитывается по формуле (26).

Отношение остатков к массе растениеводческой продукции определяется согласно таблице Г.3 для пшеницы равно 1,3, для ржи – 1,6, для сахарной свеклы – 0,2, для картофеля – 0,4.

Доля сухого вещества в пшенице составляет 0,85, во ржи – 0,9, в сахарной свекле – 0,13, картофеле – 0,22 (таблица Г.3).

Доля азота в пшенице составляет 0,0028, во ржи – 0,0048, в сахарной свекле – 0,0228, картофеле – 0,011 (таблица Г.3).

Все растительные остатки вносятся в почву и не используются в качестве корма или топлива.

$$M_{\text{ост}} = \left(\left(\frac{130}{1000} \times 1,3 \times 0,85 \times 0,0028 \right) + \left(\frac{105}{1000} \times 1,6 \times 0,9 \times 0,0048 \right) + \left(\frac{1450}{1000} \times 0,2 \times 0,13 \right) + \left(\frac{695}{1000} \times 0,4 \times 0,22 \times 0,011 \right) \right) \times 10^6 = 2635,5 \text{ кг/год;}$$

Расчет годового количества азота, фиксируемого бобовыми культурами, определяется аналогичным методом. В данном примере сельскохозяйственное

предприятие не специализируется на выращивании бобовых культур, поэтому выбросы закиси азота от данного процесса отсутствуют.

Коэффициенты выбросов для внесения азота в почву и обработки торфяных почв равны 0,0125 и 8 кг N₂O–N/га–год соответственно.

Т.о. прямые выбросы закиси азота определяются как сумма всех процессов и равны:

$$E_{\text{прямые}} = [(900000 + 33,1 + 2635,5) \times 0,0125 + 50 \times 8] \times \frac{44}{28} = 18359,6 \text{ кг/год};$$

К.3.2 Косвенные выбросы закиси азота от пахотных земель рассчитываются по формуле (27).

Годовое количество азота, которое улетучивается в атмосферу в результате внесения азотных удобрений и навоза определяется в соответствии с формулой (28).

Доли азота, который улетучивается в результате внесения азотных удобрений и навоза в виде NH₃ и NO_x, равны 0,1 и 0,2 соответственно.

Коэффициент косвенных N₂O–N выбросов в результате внесения удобрений равен 0,01 кг N₂O–N/кг NH₄–N и NO_x.

$$M_{\text{улет}} = (1000000 \times 0,1 + 11000 \times 0,2) \times 0,01 = 1022 \text{ кг N/год};$$

Годовое количество азота, которое вымывается из почвы в результате внесения азотных удобрений и навоза определяется по формуле (29).

Годовое количество внесенного в почву навоза кг N/год определяется по формуле (24). Расчет годового количества навоза приведен выше в 3.1.1.

$$M_{\text{вынос}} = (1000000 + 33,1) \times 0,3 \times 0,025 = 7500,2 \text{ кг N/год};$$

Т.о. косвенные выбросы закиси азота от пахотных земель составили:

$$E_{\text{косвен}} = (1022 + 7500,2) \times \frac{44}{28} = 13392,1 \text{ кг/год};$$

К.3.3 Выбросы закиси азота из пахотных земель рассчитываются по формуле (21) и составили:

$$E_{\text{почвыN}_2\text{O}} = (E_{\text{прямые}} + E_{\text{косвен}}) \times 10^{-6} = (18359,6 + 13392,1) \times 10^{-6} = 0,03 \text{ тыс. тонн.}$$

К.4 Примеры расчета выбросов и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

Пример К.4.1 Расчет изменения запаса углерода на покрытых лесом землях

Годовое изменение запаса углерода в фитомассе лесов, равно годовому увеличению запасов углерода в результате роста фитомассы за вычетом суммарных годовых потерь углерода в результате заготовки деловой и топливной древесины, а также в результате пожаров (формула 30).

Годовое увеличение запасов углерода в результате роста фитомассы рассчитывается по формуле (31).

Исходные данные для расчета:

Наименование породы	Площадь, тыс. га
Хвойные	
Молодняки	1005,8
Средневозрастные	2319,8
Приспевающие	1078,0
Спелые и перестойные	381,3
Твердолиственные	
Молодняки	78,6
Средневозрастные	170,9
Приспевающие	33,5
Спелые и перестойные	46,6
Мягколиственные	
Молодняки	539,0
Средневозрастные	1402,5
Приспевающие	552,1
Спелые и перестойные	401,9
Итого по всем породам	8010,0

Соответствующие значения I_n , D , BEF , R для различных групп возраста хвойных пород определяется согласно с таблице Д.1 Приложения Д);

$CF = 0,5$ т С/т сухого вещества.

Для хвойных пород $\Delta C_{ув}$ рассчитывается следующим образом:

$$\Delta C_{ув} = 1005,8 \times 1000 \times (4,2 \times 0,41 \times 1,54) \times (1 + 0,179) \times 0,5 + 2319,8 \times 1000 \times 4,2 \times 0,41 \times 1,34 \times (1 + 0,264) \times 0,5 + 1078 \times 1000 \times 3,6 \times 0,41 \times 1,31 \times (1 + 0,249) \times 0,5 + 381,3 \times 1000 \times 3,2 \times 0,41 \times 1,19 \times (1 + 0,201) \times 0,5 = 6614559 \text{ тС/год} = 6614,6 \text{ тыс. тС/год}$$

Для твердолиственных пород:

$$\Delta C_{ув} = 78,6 \times 1000 \times (2,6 \times 0,58 \times 1,305) \times (1 + 0,463) \times 0,5 + 170,9 \times 1000 \times 2,9 \times 0,58 \times 1,238 \times (1 + 0,264) \times 0,5 + 33,5 \times 1000 \times 2,9 \times 0,58 \times 1,238 \times (1 + 0,208) \times 0,5 + 46,6 \times 1000 \times 2,3 \times 0,58 \times 1,238 \times (1 + 0,208) \times 0,5 = 419113 \text{ тС/год} = 419,1 \text{ тыс. тС/год}$$

Для мягколиственных пород:

$$\Delta C_{yb} = 539,0 \times 1000 \times (5,6 \times 0,49 \times 1,4) \times (1 + 0,288) \times 0,5 + 1402,5 \times 1000 \times 5,2 \times 0,49 \times 1,092 \times (1 + 0,235) \times 0,5 + 552,1 \times 1000 \times 4,7 \times 0,49 \times 1,159 \times (1 + 0,24) \times 0,5 + 401,9 \times 1000 \times 4,5 \times 0,49 \times 1,085 \times (1 + 0,231) \times 0,5 = 5248652 \text{ тС/год} = 5248,7 \text{ тыс. тС/год}$$

Годовое увеличение запасов углерода в результате роста биомассы ΔC_{yb} составляет:

$$\Delta C_{yb} = 6614,6 + 419,1 + 5248,7 = 12282,4 \text{ тыс. т С/год};$$

Годовое уменьшение запасов углерода в результате потерь фитомассы представляют собой суммарные годовые потери, связанные с заготовкой древесины (деловой и дровяной) и пожарами (формула 32).

Годовая потеря углерода в результате заготовки деловой древесины рассчитывается по формуле (33):

Исходные данные для расчета:

$$H = 7429500 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$D = 0,45 \text{ тонн сухого вещества/м}^3;$$

$$BEF_1 = 1,3;$$

$$F_p = 0,1;$$

$$CF = 0,5 \text{ т С/т сухого вещества.}$$

$$\Delta C_{dd} = 7429500 \times 0,45 \times 1,3 \times (1 - 0,1) \times 0,5 = 1955815,875 \text{ т С/год} = 1955,8 \text{ тыс. т. С/год};$$

Годовая потеря углерода в результате заготовки дров рассчитывается по формуле (34):

Исходные данные для расчета:

$$FG = 4353400 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$D = 0,45 \text{ тонн сухого вещества/м}^3;$$

$$BEF_1 = 1,3;$$

$$CF = 0,5 \text{ т С/т сухого вещества.}$$

$$\Delta C_{td} = 4353400 \times 0,45 \times 1,3 \times 0,5 = 1273369,5 \text{ т С/год} = 1273,4 \text{ тыс. т С/год};$$

Годовое уменьшение запасов углерода в результате пожаров рассчитываются по формуле (35):

Исходные данные для расчета:

площадь верховых пожаров – 6,9 га;

площадь низовых пожаров = 378,3 га;

площадь почвенных пожаров = 14,3 га;

$C_m = 35 \text{ т.с.в/га}$ для верховых;

$C_m = 13 \text{ т.с.в/га}$ низовых;

$C_m = 120 \text{ т.с.в/га}$ почвенных пожаров (согласно таблице Д.3);

$CF = 0,5 \text{ тонн С/т сухого вещества.}$

$$L_n = (6,9 \times 0,5 \times 35) + (378,3 \times 0,5 \times 13) + (14,3 \times 0,5 \times 120) = 343,8 \text{ т С/год} = 3,4 \text{ тыс. т/год};$$

Годовые потери биомассы составляют:

$$\Delta C_{\text{ум}} = 1955,8 + 1273,4 + 3,4 = 3232,6 \text{ тыс. т С/год};$$

Т.о. годовое изменение запаса углерода в фитомассе лесов составляет:

$$\Delta C_{\text{запас}} = \Delta C_{\text{ув}} - \Delta C_{\text{ум}} = 12282,4 - 3232,6 = 9049,8 \text{ тыс. т С/год}.$$

Годовое увеличение запаса углерода в фитомассе лесов в эквиваленте диоксида углерода составляет:

$$\Delta C_{\text{запас}} = 9049,8 \times \frac{44}{12} = 33182,6 \text{ тыс. т CO}_2\text{/год}.$$

Выбросы метана в результате пожаров рассчитываются по формуле (36) и составляют:

$$E_{\text{CH}_4} = 0,343 \times 0,012 \times \frac{16}{12} = 0,0055 = 0,0055 \text{ тыс. т} = 5,5 \text{ т};$$

Выбросы закиси азота в результате пожаров рассчитываются по формуле (37) и составляют:

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 0,343 \times 0,01 \times 0,07 = 0,0003 \text{ тыс. т} = 0,3 \text{ т}.$$

Запас углерода в основных типах лесных почв рассчитывается по формуле (38):

Исходные данные для расчета:

A – площадь снытевых березняков, произрастающих на дерново-подзолистых почвах составляет 100 га;

q = 39 т/га (определяется согласно таблице Д.4 Приложения Д.

$$\Delta C_{\text{мп}} = 100 \times 39 = 3900 \text{ т С};$$

Аналогично рассчитывается запас углерода в почвах для остальных типов леса.

Выбросы из осушенных лесных земель с торфяно-болотными почвами рассчитываются по формулам (39–40).

Исходные данные для расчета:

$$A_{\text{осуш}} = 100 \text{ га};$$

$$EF_{\text{осуш}} = 0,68 \text{ т С/га/год};$$

$$EF_1 = 0,1 \text{ кг N}_2\text{O-N/га/год}.$$

$$\Delta C_{\text{отп}} = 100 \times 0,68 = 68 \text{ т С/год};$$

$$\Delta \text{N}_2\text{O} = 100 \times 0,1 = 10 \text{ кг N}_2\text{O-N/год}.$$

Пример К.4.2 Расчет выбросов и поглощений парниковых газов на сельскохозяйственных землях

Изменения запаса углерода в фитомассе искусственно–созданной древесно–кустарниковой растительности на сельскохозяйственных землях под постоянными культурами, ΔC_c определяется по формуле (41).

Исходные данные для расчета:

$$A = 100 \text{ га};$$

$$G = 2,1 \text{ т С/га/год};$$

$$A_1 - A_2 = 5 \text{ га};$$

$$L = 63 \text{ т С/га};$$

$$\Delta C_c = 100 \times 2,1 - 5 \times 63 = 105 \text{ т С/год};$$

Выбросы углерода от использования известковых материалов в качестве удобрения рассчитываются по формуле (42).

Исходные данные для расчета:

$$M_{\text{известь}} = 100 \text{ т/год};$$

$$EF_{\text{известь}} = 0,12 \text{ т С/т известковых материалов.}$$

$$\Delta C_{\text{известь}} = 100 \times 0,12 = 12 \text{ т С/год};$$

Выбросы углерода от осушенных сельскохозяйственных земель с торфяно–болотных почвами, рассчитываются по формуле (43).

Исходные данные для расчета:

$$A = 100 \text{ га};$$

$$EF_{\text{стп}} = 8,86 \text{ т С/га/год.}$$

$$\Delta C_{\text{стп}} = 100 \times 8,86 = 886 \text{ т С/год};$$

Пример К.4.3 Расчет выбросов парниковых газов от разрабатываемых торфяных месторождений

Выбросы диоксида углерода и закиси азота от торфяных месторождений рассчитываются по формулам (44–45).

Исходные данные для расчета:

$$A = 100 \text{ га};$$

$EF_{\text{тм}}$ для диоксида углерода = 11,3 т CO_2 /га/год; для закиси азота – 0,1 кг N_2O –N/га/год.

$$\Delta C_{\text{тм}} = 100 \times 11,3 = 1130 \text{ т } \text{CO}_2/\text{год};$$

$$\Delta \text{N}_2\text{O}_{\text{тм}} = 100 \times 0,1 \times \frac{44}{28} = 0,08 \text{ кг } \text{N}_2\text{O} / \text{год.}$$

К.5 Примеры расчета выбросов парниковых газов в секторе «Отходы»

Пример К.5.1 Расчет выбросов метана от объектов захоронения твердых коммунальных отходов

Исходные данные для расчета: годовое количество вывезенных отходов на полигон ТКО составило 10 тыс. т. На полигоне отсутствуют биогазовые установки для утилизации метана.

Морфологический состав отходов

Бумага, картон	30
Пищевые отходы	27
Текстиль	10
Дерево	3
Отходы парков	30

Рассчитывают количество способного к разложению углерода по формуле (47).

$$DOC = (0,4 \times 0,4) + (0,17 \times 0,3) + (0,15 \times 0,27) + (0,3 \times 0,03) = 0,2605 \text{ ;}$$

Рассчитывают выбросы метана от полигона ТКО по формуле (46). Поправочный коэффициент потока метана определяется в соответствии с таблицей Ж.1 Приложения Ж и равен 0,6. Доля углерода, которая фактически разлагается равна 0,77. Доля метана в составе образующихся газов на полигонах ТКО составляет 0,5. Коэффициент окисления метана принимается равным 0.

$$SW_{CH_4} = (10 \times 0,6 \times 0,2605 \times 0,77 \times 0,5 \times \frac{16}{12} - 0) \times (1 - 0) = 0,8 \text{ = тыс. т;}$$

Пример К.5.2 Расчет выбросов закиси азота от отходов жизнедеятельности человека в сточных водах

Исходные данные для расчета: потребление белка – 28,6 кг/чел. год, численность населения – 9,5 млн. чел.

Рассчитывают выбросы закиси азота от отходов жизнедеятельности человека, содержащихся в сточных водах, по формуле (48). Коэффициент выбросов закиси азота от отходов жизнедеятельности человека равный 0,01 N₂O–N/кг N. Доля азота в потребленном белке – 0,16 N/кг белка.

$$WW_{N_2O} = 9500000 \times 28,6 \times 0,16 \times 0,01 \times \frac{44}{28} \times 10^{-6} = 0,68 \text{ тыс. т.}$$

Библиография

- [1] Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. №425–3.
- [2] Международный стандарт ISO 14064–1:2006 (ИСО 14064–1:2006). Газы, вызывающие парниковый эффект. Часть 1. Технические требования и руководство для организаций по определению количества и составлению отчетов о выделении и удалении газов, вызывающих парниковый эффект. – Неофициальный перевод БелГИИС. Перевод с английского (en).
- [3] Руководящие указания по эффективной практике. – МГЭИК, 2003г.
- [4] Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства / Редакторы: Джим Пенман, Михаил Гитарский, Така Хираиши, Телма Крюг, Дина Крюгер, Риитта Пипатти, Леандро Буендиа, Киоко Мива, Тодд Нгара, Киото Танабе и Фабиан Вагнер // IPCC Secretariat C/o World Meteorological Organization.
- [5] Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. Т.4 .– Опубликовано Институтом глобальных стратегий окружающей среды (ИГЕС), Хаяма, Япония, от имени МГЭИК, 2006г.
- [6] Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Положения о порядке ведения государственного кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов» от 10 апреля 2006 г. № 485.
- [7] Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. – МГЭИК, 1996г.
- [8] Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат) от 29 июля 2009 г. №105 «Об утверждении Указаний по заполнению в формах государственной статистической отчетности по статистике топливно–энергетического комплекса показателя о расходе топлива в условных единицах измерения».
- [9] Роддатис К.Ф., Полтарацкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности, М., Энергоатомиздат, 1989. – 264 с.
- [10] Методика расчета выбросов диоксида углерода в атмосферу от котлов ТЭС и котельных 0212.16–99
Утверждена приказом Минприроды от 25 августа 1999 г. № 23 // Национальный реестр правовых актов, 3 сентября 1999 г. № 8/817.
- [11] А.В.Кудельский Специфические особенности геохимии триады «нефть–газ–рассолы» Припятского прогиба, Мн., Літасфера, №1(26), 2007. – 171 с.
- [12] ТУ 38.401–58–10–01 Керосин осветительный. Технические условия.
- [13] ТУ 38.101656–2005 Топливо печное бытовое.
- [14] Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (НТП 17–99).
- [15] Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза (ОНТП 17–81). /Приказ Министерства сельского хозяйства СССР от 24 февраля 1982 N 61.
- [16] Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Роль болот в биосфере. – Мн., 1985. – 288с.
- [17] Алексеев, В.А. Углерод в экосистемах лесов и болот России / В.А. Алексеев, Р.А. Бердси // Красноярск, 1994. – 170 с.
- [18] Юркевич, И.Д. Выделение типов леса при лесостроительных работах / И.Д. Юркевич // Минск: Наука и техника, 1980. – 120 с.

ТКП 17.09-05-2013

- [19] Букша И.Ф., Пастернак В.П. Инвентаризация и мониторинг парниковых газов в лесном хозяйстве. – Х.: ХНАУ. – 2005. – 125 с.
- [20] Уткин, А.И. Конверсионные коэффициенты для определения листовой поверхности насаждений основных лесообразующих пород России / А.И. Уткин, Л.С. Ермолова, Д.Г. Замолодчиков // Лесоведение. – 1997. – № 3. – С. 74–78.
- [21] Уткин, А.И. Определение запаса углерода насаждений на пробных площадях: сравнение аллометрического и конверсионно–объемных методов / А.И. Уткин, Д.Г. Замолодчиков, В.Г. Коровин и др. // Лесоведение – 1997. – № 5. – С. 51–66.