

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СВОДКА УРАВНЕНИЙ

Содержание

A. Общие уравнения СХЛХДВЗ.....	П2.3
B. Уравнения для биомассы.....	П2.4
C. Уравнения для мертвого органического вещества.....	П2.10
D. Уравнения для Почвенного углерода.....	П2.12
E. Уравнения для сжигания биомассы.....	П2.14
F. Уравнения для выращивания риса.....	П2.14
G. Уравнения для водно-болотных угодий.....	П2.15
H. Уравнения для скота.....	П2.19
I. Уравнения для выбросов N ₂ O и CO ₂ из обрабатываемых почв.....	П2.29
J. Уравнения для Заготовленных лесоматериалов.....	П2.35

А. ОБЩИЕ УРАВНЕНИЯ СХЛХДВЗ

УРАВНЕНИЕ 2.1

ГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ ВСЕГО СЕКТОРА СХЛХДВЗ, ОЦЕНИВАЕМЫЕ КАК СУММА ИЗМЕНЕНИЙ ВО ВСЕХ КАТЕГОРИЯХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

$$\Delta C_{СХЛХДВЗ} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

где:

ΔC = изменение запасов углерода

Индексы обозначают следующие категории землепользования:

СХЛХДВЗ = Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования

FL = Лесные площади

CL = Возделываемые земли

GL = Пастбищные угодья

WL = Водно-болотные угодья

SL = Поселения

OL = Прочие земли

УРАВНЕНИЕ 2.2

ГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ КАТЕГОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ КАК СУММА ИЗМЕНЕНИЙ В КАЖДОМ СЛОЕ В ПРЕДЕЛАХ ЭТОЙ КАТЕГОРИИ

$$\Delta C_{LU} = \sum_i \Delta C_{LU_i}$$

где:

ΔC_{LU} = изменения запасов углерода для какой-либо категории землепользования (LU), как это определено в уравнении 2.1.

i = обозначает конкретный слой или подразделение в пределах данной категории землепользования (с любой комбинацией видов, климатической зоны, экотипа, режима управления и т.д., см. главу 3), $i = c 1$ по n .

УРАВНЕНИЕ 2.3

ГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ СЛОЯ КАТЕГОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ КАК СУММА ИЗМЕНЕНИЙ ВО ВСЕХ РЕЗЕРВУАРАХ

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

где:

ΔC_{LU_i} = изменения запасов углерода для слоя какой-либо категории землепользования

Нижние индексы обозначают следующие резервуары углерода:

AB = надземная биомасса

BB = подземная биомасса

DW = валежная древесина

LI = подстилка

SO = почвы

HWP = заготовленные лесоматериалы

УРАВНЕНИЕ 2.4
ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ЗАДАННОМ РЕЗЕРВУАРЕ КАК ФУНКЦИЯ
ПОСТУПЛЕНИЙ И ПОТЕРЬ (МЕТОД ПОСТУПЛЕНИЙ - ПОТЕРЬ)

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

где:

ΔC = годовое изменение запасов углерода в резервуаре; тонны С/год,

ΔC_G = годовые поступления углерода; тонны С/год,

ΔC_L = годовые потери углерода; тонны С/год.

УРАВНЕНИЕ 2.5
ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ЗАДАННОМ РЕЗЕРВУАРЕ КАК СРЕДНЕГОДОВАЯ РАЗНОСТЬ
МЕЖДУ ОЦЕНКАМИ ДЛЯ ДВУХ МОМЕНТОВ ВРЕМЕНИ (МЕТОД РАЗНОСТИ ЗАПАСОВ)

$$\Delta C = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t_1)}$$

где:

ΔC = годовое изменение запасов углерода в резервуаре; тонны С/год,

C_{t_1} = запас углерода в резервуаре в момент времени t_1 ; тонны С,

C_{t_2} = запас углерода в резервуаре в момент времени t_2 ; тонны С.

УРАВНЕНИЕ 2.6
ВЫБРОСЫ ИНЫХ, ЧЕМ CO₂, ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ

$$\text{Выбросы} = A \cdot EF$$

где:

Выбросы = выбросы иных, чем CO₂, газов; тонны иных, чем CO₂, газов,

A = данные о деятельности, относящиеся к источнику выбросов (это может быть площадь, количество животных или единица массы, в зависимости от типа источника),

EF = коэффициент выбросов для конкретного газа и категории источника; тонны / единица A.

В. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ БИОМАССЫ

УРАВНЕНИЕ 2.7
ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ НА ЗЕМЛЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ В ТОЙ
ЖЕ КАТЕГОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (МЕТОД ПОСТУПЛЕНИЙ – ПОТЕРЬ)

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

где:

ΔC_B = годовое изменение запасов углерода в биомассе (сумма слагаемых в уравнении 2.3, относящихся к надземной и подземной биомассе) для каждой подкатегории земли с учетом по всей площади; тонны С /год,

ΔC_G = годовое увеличение запасов углерода в результате роста биомассы для каждой подкатегории земли с учетом по всей площади; тонны С /год,

ΔC_L = годовое уменьшение запасов углерода в результате потерь биомассы для каждой подкатегории земли с учетом по всей площади; тонны С /год.

УРАВНЕНИЕ 2.8

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ НА ЗЕМЛЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ В ТОЙ ЖЕ КАТЕГОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (МЕТОД РАЗНОСТИ ЗАПАСОВ)

$$\Delta C_B = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t_1)} \quad (a)$$

где:

$$C = \sum_{i,j} \{A_{i,j} \cdot V_{i,j} \cdot BCEF_{S_{i,j}} \cdot (1 + R_{i,j}) \cdot CF_{i,j}\} \quad (b)$$

где:

ΔC_B = годовое изменение запасов углерода в биомассе (сумма слагаемых в уравнении 2.3, относящихся к надземной и подземной биомассе) для земель, остающихся в той же категории (например, для *лесных площадей, остающихся лесными площадями*); тонны С /год,

C_{t_2} = общее количество углерода в биомассе для каждой подкатегории земли в момент времени t_2 ; тонны С,

C_{t_1} = общее количество углерода в биомассе для каждой подкатегории земли в момент времени t_1 ; тонны С,

C = общее количество углерода в биомассе для времени от t_1 до t_2 ,

A = площадь земель, остающихся в той же категории землепользования; га (см. примечание ниже),

V = товарный объем древостоя; м³/га,

i = экологическая зона i ($i = c$ 1 по n),

j = климатический домен j ($j =$ от 1 до m),

R = отношение подземной биомассы к надземной биомассе; (тонны сухого вещества подземной биомассы) / (тонна сухого вещества надземной биомассы),

CF = доля углерода в сухом веществе (с.в.); тонны С / (тонна с.в.),

$BCEF_S$ = коэффициент преобразования и разрастания биомассы для приведения товарного древостоя к надземной биомассе; тонны надземного роста биомассы / (м³ древостоя), (см. таблицу 4.5 для информации по лесным площадям). $BCEF_S$ преобразует товарный древостой непосредственно в надземную биомассу. Значения $BCEF_S$ более удобны в расчетах, так как их можно применить непосредственно к выраженным в единицах объема данным инвентаризации и оперативного учета лесов без необходимости прибегать к плотности абсолютно сухой древесины (D). Наилучшие результаты достигаются, если эти коэффициенты получены с использованием местных данных и непосредственно основаны на товарном объеме. Тем не менее, если значения $BCEF_S$ неизвестны, и, если значения коэффициента разрастания биомассы (BEF_S) и D оцениваются отдельно, то может быть использовано следующее преобразование:

$$BCEF_S = BEF_S \cdot D$$

УРАВНЕНИЕ 2.9

ГОДОВОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИРАЩЕНИЯ БИОМАССЫ НА ЗЕМЛЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ В ТОЙ ЖЕ КАТЕГОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \cdot G_{ОБЩ_{i,j}} \cdot CF_{i,j})$$

где:

ΔC_G = годовое увеличение в запасах углерода биомассы вследствие приращения биомассы на землях, остающихся в той же категории землепользования, по видам растительности и климатическим зонам, тонны С /год,

A = площадь земель, остающихся в той же категории землепользования; га,

$G_{\text{Общ.}}$ = среднегодовой прирост биомассы; тонны сухого вещества / га x год,

i = экологическая зона ($i = c 1$ по n),

j = климатический домен ($j = \text{от } 1 \text{ до } m$),

CF = доля углерода в сухом веществе (с.в.); тонны С / (тонна с.в.),

УРАВНЕНИЕ 2.10

СРЕДНЕГОДОВОЕ ПРИРАЩЕНИЕ БИОМАССЫ

Уровень 1

$$G_{\text{Общ.}} = \sum \{G_W \cdot (1 + R)\}$$

Данные о приращении биомассы (сухое вещество)
используются напрямую

Уровни 2 и 3

$$G_{\text{Общ.}} = \sum \{I_V \cdot BCEF_1 \cdot (1 + R)\}$$

Данные валового годового приращения используются
для оценки G_W путем применения коэффициента преобразования и разрастания биомассы

где:

$G_{\text{Общ.}}$ = среднегодовое приращение биомассы над землей и под землей; тонны сухого вещества / га x год,

G_W = среднегодовое приращение биомассы над землей для конкретного вида древесной растительности; тонны сухого вещества / га x год,

R = отношение подземной биомассы к надземной биомассе для конкретного вида растительности; (тонны сухого вещества подземной биомассы) / (тонны сухого вещества надземной биомассы). R следует приравнять нулю, если принимаются схемы распределения с отсутствием изменений подземной биомассы (уровень 1).

I_V = среднегодовое валовое приращение для конкретного вида растительности; m^3 / га x год,

$BCEF_1$ = коэффициент преобразования и разрастания биомассы для преобразования валового годового приращения в объеме (включая кору) в рост надземной биомассы для конкретного вида растительности; тонны прироста надземной биомассы / (m^3 валового годового приращения), (см. таблицу 4.5 для информации по лесным площадям). Если значения $BCEF_1$ неизвестны, и, если значения коэффициента разрастания биомассы (BEF) и плотности абсолютно сухой древесины (D) оцениваются отдельно, то может быть использовано следующее преобразование:

$$BCEF_1 = BEF_1 \cdot D$$

УРАВНЕНИЕ 2.11

ГОДОВОЕ УМЕНЬШЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ВСЛЕДСТВИЕ ПОТЕРЬ БИОМАССЫ НА ЗЕМЛЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ В ТОЙ ЖЕ КАТЕГОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

$$\Delta C_L = L_{\text{древесина-изъятия}} + L_{\text{топл.древесина}} + L_{\text{возмущения}}$$

где:

ΔC_L = годовое уменьшение запасов углерода вследствие потерь биомассы на землях, остающихся в той же категории землепользования; тонны С /год,

$L_{\text{древесина-изъятия}}$ = годовые потери углерода в результате изъятия древесины; тонны С /год (см. уравнение 2.12),

$L_{\text{топл.древесина}}$ = годовая потеря углерода в результате изъятия топливной древесины; тонны С /год (см. уравнение 2.13),

$L_{\text{возмущения}}$ = годовые потери углерода в результате возмущений; тонны С /год (см. уравнение 2.14).

УРАВНЕНИЕ 2.12
ГОДОВАЯ ПОТЕРЯ УГЛЕРОДА С БИОМАССОЙ ИЗЪЯТОЙ ДРЕВЕСИНЫ

$$L_{\text{древесина-изъятия}} = \{H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R) \cdot CF\}$$

где:

$L_{\text{древесина-изъятия}}$ = годовые потери углерода в результате изъятий биомассы; тонны С /год,

H = изъятый за год объем круглых лесоматериалов; м³/год,

R = отношение подземной биомассы к надземной биомассе; (тонны сухого вещества подземной биомассы) / (тонны сухого вещества надземной биомассы). R следует приравнять нулю, если принимаются схемы распределения с отсутствием изменений подземной биомассы (уровень 1).

CF = доля углерода в сухом веществе (с.в.); тонны С / (тонна с.в.),

$BCEF_R$ = коэффициент преобразования и разрастания биомассы для преобразования изъятий в товарном объеме в изъятия общей биомассы (включая кору); тонны изъятия биомассы / (м³ изъятий), (см. таблицу 4.5 для лесных площадей). Тем не менее, если значения $BCEF_R$ неизвестны, и, если значения коэффициента разрастания для изъятий древесины (BEF_R) и плотности абсолютно сухой древесины (D) оцениваются отдельно, то может быть использовано следующее преобразование:

$$BCEF_R = BEF_R \cdot D$$

УРАВНЕНИЕ 2.13
ГОДОВАЯ ПОТЕРЯ УГЛЕРОДА С БИОМАССОЙ ИЗЪЯТОЙ ТОПЛИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

$$L_{\text{топл.древесина}} = [\{FG_{\text{деревья}} \cdot BCEF_R \cdot (1 + R)\} + FG_{\text{части}} \cdot D] \cdot CF$$

где:

$L_{\text{топл.древесина}}$ = годовая потеря углерода в результате заготовки древесного топлива; тонны С /год,

$FG_{\text{деревья}}$ = годовой объем заготовленных в качестве древесного топлива целых деревьев; м³/год,

$FG_{\text{части}}$ = годовой объем заготовленных в качестве древесного топлива частей деревьев; м³/год,

R = отношение подземной биомассы к надземной биомассе; (тонны с. в. подземной биомассы) / (тонны с. в. надземной биомассы). R следует приравнять к нулю, если принимаются схемы распределения с отсутствием изменений подземной биомассы. (уровень 1)

CF = доля углерода в сухом веществе (с. в.), тонны С / (тонна с. в.),

D = плотность абсолютно сухой древесины; тонны с. в. /м³,

$BCEF_R$ = коэффициент преобразования и разрастания биомассы для преобразования изъятий в товарном объеме в изъятия биомассы (включая кору); тонны изъятия биомассы / (м³ изъятий), (см. таблицу 4.5 для лесных площадей). Если значения $BCEF_R$ неизвестны, и, если значения коэффициента разрастания для изъятий древесины (BEF_R) и плотности абсолютно сухой древесины (D) оцениваются отдельно, то может быть использовано следующее преобразование:

$$BCEF_R = BEF_R \cdot D$$

УРАВНЕНИЕ 2.14
ГОДОВЫЕ ПОТЕРИ УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗМУЩЕНИЙ

$$L_{\text{возмущения}} = \{A_{\text{возмущения}} \cdot B_W \cdot (1 + R) \cdot CF \cdot fd\}$$

где:

$L_{\text{возмущения}}$ = другие годовые потери углерода; тонны С /год (Следует заметить, что это то количество биомассы, которое не учтено в общей биомассе. Разделение на биомассу, которая переносится к мертвому органическому веществу, и биомассу, которая окисляется и выделяется в атмосферу, объясняется в уравнениях 2.15 и 2.16).

$A_{\text{возмущения}}$ = площадь, подвергшаяся воздействиям возмущений; га/год,

B_W = среднее значение надземной биомассы на площадях, подвергшихся воздействиям возмущений; тонны с. в. /га,

R = отношение подземной биомассы к надземной биомассе; (тонны сухого вещества подземной биомассы) / (тонны сухого вещества надземной биомассы). R следует приравнять к нулю, если предполагается отсутствие изменений подземной биомассы (уровень 1).

CF = доля углерода в сухом веществе (с.в.), тонны С / (тонна с.в.),

fd = доля биомассы, потерянная в результате возмущения (см. примечание ниже).

Примечание: Параметр fd определяет долю биомассы, которая теряется из резервуара биомассы: возмущение, приводящее к замене древостоя, губит всю ($fd = 1$) биомассу, тогда как возмущение, связанное с нашествием насекомых, может удалить только часть (например, $fd = 0,3$) средней плотности углерода в биомассе. Уравнение 2.14 не указывает дальнейшую динамику углерода, изъятого из углеродного запаса биомассы. На уровне 1 принято допущение о том, что все потери $L_{\text{возмущения}}$ произошли в год возмущения. Методы более высоких уровней допускают, что часть углерода теряется немедленно, а часть добавляется к резервуарам мертвого органического вещества (валежная древесина, подстилка) или ЗЛМ.

УРАВНЕНИЕ 2.15

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ НА ЗЕМЛЯХ, ПЕРЕУСТРОЕННЫХ В ДРУГИЕ КАТЕГОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (УРОВЕНЬ 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}} - \Delta C_L$$

где:

ΔC_B = годовое изменение в запасах углерода в биомассе на землях, переустроенных в другие категории землепользования; тонны С /год,

ΔC_G = годовое увеличение в запасах углерода в биомассе в связи с ростом на землях, переустроенных в другие категории землепользования; тонны С /год,

$\Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}}$ = начальное изменение в запасах углерода в биомассе на землях, переустроенных в другие категории землепользования; тонны С /год,

ΔC_L = ежегодное уменьшение в запасах углерода в биомассе вследствие потерь от лесозаготовок, сбора топливной древесины и возмущений на землях, переустроенных в другие категории землепользования; тонны С /год.

УРАВНЕНИЕ 2.16

НАЧАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ НА ЗЕМЛЕ, ПЕРЕУСТРОЕННОЙ В ДРУГУЮ КАТЕГОРИЮ

$$\Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}} = \sum_i \{(B_{\text{ПОСЛЕ}_i} - B_{\text{ДО}_i}) \cdot \Delta A_{V_ДРУГИЕ_i}\} \cdot CF$$

где:

$\Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}}$ = начальное изменение в запасах углерода в биомассе на земле, переустроенной в другую категорию земли; тонны С /год,

$B_{\text{ПОСЛЕ}_i}$ = запасы биомассы на типе земель i сразу же после переустройства; тонны с.в. /га,

$B_{\text{ДО}_i}$ = запасы биомассы на типе земель i до переустройства; тонны с.в. /га,

$\Delta A_{В_ДРУГИЕ, i}$ = площадь землепользования i , переустроенная в другую категорию землепользования в какой-либо определенный год; га/год,

CF = доля углерода в сухом веществе (с.в.); тонны C / (тонна с.в.),

i = тип землепользования, переустроенного в другую категорию землепользования.

Дополнительные уравнения для биомассы в поселениях

УРАВНЕНИЕ 8.1

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В РЕЗЕРВУАРАХ ЖИВОЙ БИОМАССЫ В ПОСЕЛЕНИЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ ПОСЕЛЕНИЯМИ

$$\Delta C_B = \Delta C_{Деревья} + \Delta C_{Кусты} + \Delta C_{Травы}$$

где:

ΔC_B = годовое накопление углерода, связанное с приращением биомассы в *поселениях, остающихся поселениями*, тонны C /год,

$\Delta C_{Деревья}$ = годовое накопление углерода, связанное с приращением биомассы деревьев в *поселениях, остающихся поселениями*, тонны C /год,

$\Delta C_{Кусты}$ = годовое накопление углерода, связанное с приращением биомассы кустарников в *поселениях, остающихся поселениями*, тонны C /год,

$\Delta C_{Травы}$ = годовое накопление углерода, связанное с приращением биомассы трав в *поселениях, остающихся поселениями*, тонны C /год.

УРАВНЕНИЕ 8.2

ГОДОВОЙ ПРИРОСТ БИОМАССЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ ПОЛОГА

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} AT_{i,j} \cdot CRW_{i,j}$$

где:

ΔC_G = годовое накопление углерода, связанное с приращением биомассы в *поселениях, остающихся поселениями*, тонны C /год,

AT_{ij} = общая площадь полого по классу i в пределах отдела j древесной многолетней растительности, га,

CRW_{ij} = скорость прироста, основанная на площади полого по классу i в пределах отдела j древесной многолетней растительности, тонны C / (га полого) x год.

УРАВНЕНИЕ 8.3

ГОДОВОЙ ПРИРОСТ БИОМАССЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О КОЛИЧЕСТВЕ ОТДЕЛЬНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ШИРОКИХ КЛАССАХ

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} NT_{i,j} \cdot C_{i,j}$$

где:

ΔC_G = годовое накопление углерода, связанное с приращением живой биомассы в *поселениях, остающихся поселениями*, тонны C /год,

NT_{ij} = число отдельных древесных растений по классу i в отделе многолетних j ,

C_{ij} = годовое среднее накопление углерода по классу i в отделе многолетних j , тонны C / год x число растений.

С. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ МЕРТВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

УРАВНЕНИЕ 2.17 ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В МЕРТВЫМ ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ

$$\Delta C_{DOM} = \Delta C_{DW} + \Delta C_{LT}$$

где:

ΔC_{DOM} = годовое изменение в запасах углерода в мертвом органическом веществе (включая валежную древесину и подстилку); тонны С /год,

ΔC_{DW} = изменение в запасах углерода в валежной древесине; тонны С /год,

ΔC_{LT} = изменение в запасах углерода в подстилке; тонны С /год,

УРАВНЕНИЕ 2.18 ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В ВАЛЕЖНОЙ ДРЕВЕСИНЕ И ПОДСТИЛКЕ (МЕТОД ПОСТУПЛЕНИЙ-ПОТЕРЬ)

$$\Delta C_{DOM} = A \cdot \{(DOM_{in} - DOM_{out}) \cdot CF\}$$

где:

ΔC_{DOM} = годовое изменение в запасах углерода в резервуарах валежной древесины /подстилки; тонны С /год,

A = площадь управляемых земель; га,

DOM_{in} = средний годовой перенос биомассы в резервуар валежной древесины /подстилки в результате происшедших в течение года процессов и возмущений; тонны с.в. / га x год,

DOM_{out} = среднегодовые потери углерода в результате разложения и возмущений из резервуара валежной древесины или подстилки; тонны сухого вещества / га x год,

CF = доля углерода в сухом веществе; тонны С /(тонна с. в.).

УРАВНЕНИЕ 2.19 ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В ВАЛЕЖНОЙ ДРЕВЕСИНЕ ИЛИ ПОДСТИЛКЕ (МЕТОД РАЗНОСТИ ЗАПАСОВ)

$$\Delta C_{DOM} = \left[A \cdot \frac{(DOM_{t_2} - DOM_{t_1})}{T} \right] \cdot CF$$

где:

ΔC_{DOM} = годовое изменение в запасах углерода в валежной древесине или подстилке; тонны С /год,

A = площадь управляемых земель; га,

DOM_{t_1} = запас валежной древесины / подстилки в момент времени t_1 для управляемых земель; тонн с. в. /га,

DOM_{t_2} = запас валежной древесины / подстилки в момент времени t_2 для управляемых земель; тонн с. в. /га,

T = ($t_2 - t_1$) = период времени между второй оценкой запасов и первой оценкой запасов; годы,

CF = доля углерода в сухом веществе (= 0,37 для подстилки по умолчанию); тонна С /(тонна с.в.).

УРАВНЕНИЕ 2.20
ГОДОВОЕ КОЛИЧЕСТВО УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ, КОТОРОЕ ПЕРЕНОСИТСЯ К МЕРТВУМУ
ОРГАНИЧЕСКОМУ ВЕЩЕСТВУ

$$DOM_{in} = \{L_{гибель} + L_{лес.отходы} + (L_{возмущения} \cdot f_{BLol})\}$$

где:

DOM_{in} = общее количество углерода в биомассе, которое переносится к мертвому органическому веществу; тонны С /год,

$L_{гибель}$ = годовой перенос углерода биомассы к МОВ в результате гибели; тонны С /год (см. уравнение 2.21),

$L_{лес.отходы}$ = годовой перенос углерода биомассы к МОВ с лесосечными отходами; тонны С /год (см. уравнение 2.22),

$L_{возмущения}$ = годовая потеря углерода биомассы в результате возмущений; тонны С /год (см. уравнение 2.14),

f_{BLol} = доля биомассы, которая оставлена разлагаться на земле (переносится к мертвому органическому веществу), в связи с потерями при возмущении. Как показано в таблице 2.1, происходящие в результате возмущений потери из резервуара биомассы делятся на отдельные слагаемые, которые добавляются к валежной древесине (ячейка В таблицы 2.1) и подстилке (ячейка С), выделяются в атмосферу при пожарах (ячейка F) и, если вслед за возмущением осуществляются меры по утилизации, переносятся к ЗЛМ (ячейка E).

Примечание: Если в уравнении 2.10 учитываются приращения биомассы корней, то в уравнениях 2.20 и 2.22 должны также учитываться потери биомассы корней .

УРАВНЕНИЕ 2.21
ГОДОВЫЕ ПОТЕРИ УГЛЕРОДА В БИОМАССЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГИБЕЛИ

$$L_{гибель} = \sum (A \cdot G_w \cdot CF \cdot m)$$

где:

$L_{гибель}$ = годовая потеря углерода биомассы в результате гибели; тонны С /год,

A = площадь земель, остающихся в той же категории землепользования; га,

G_w = прирост надземной биомассы; тонны сухого вещества / га x год (см. уравнение 2.10),

CF = доля углерода в сухом веществе; тонны С / (тонна с. в.),

m = темпы гибели, выраженные в виде доли прироста надземной биомассы.

УРАВНЕНИЕ 2.22
ГОДОВОЙ ПЕРЕНОС УГЛЕРОДА К ЛЕСОСЕЧНЫМ ОТХОДАМ

$$L_{лес.отходы} = [\{H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R)\} - \{H \cdot D\}] \cdot CF$$

где:

$L_{лес.отходы}$ = годовой перенос углерода от наземной биомассы к лесосечным отходам, включая мертвые корни; тонны С /год,

H = годовая заготовка древесины (изъятие лесоматериалов или топливной древесины); м³/год,

$BCEF_R$ = Коэффициенты преобразования и разрастания биомассы, применимые к изъятиям древесины, которые преобразуют товарный объем изъятия древесины в изъятия надземной биомассы; тонны изъятной биомассы / (м³ изъятий). Если значения $BCEF_R$ неизвестны, и, если значения BEF и плотности оцениваются отдельно, то может быть использовано следующее преобразование:

$$BCEF_R = BEF_R \cdot D$$

- D - это плотность абсолютно сухой древесины, тонны с.в. /м³,
- Коэффициенты разрастания биомассы (BEF_R) увеличивают товарные изъятия древесины до суммарного объема надземной биомассы для учета нетоварных компонентов дерева, древостоя и леса. BEF_R не имеет размерности.

R = отношение подземной биомассы к надземной биомассе; (тонна с. в. подземной биомассы)/(тонна с. в. надземной биомассы). R следует приравнять к нулю, если в уравнении 2.10 (уровень 1) не учитывается приращение биомассы корней.

CF = доля углерода в сухом веществе; тонна C / (тонна с. в.).

УРАВНЕНИЕ 2.23

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В ВАЛЕЖНОЙ ДРЕВЕСИНЕ И ПОДСТИЛКЕ В СВЯЗИ С ПЕРЕУСТРОЙСТВОМ ЗЕМЕЛЬ

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_o) \cdot A_{on}}{T_{on}}$$

где:

ΔC_{DOM} = годовое изменение в запасах углерода в валежной древесине или подстилке; тонны C /год,

C_o = запас валежной древесины /подстилки при старой (прежней) категории землепользования; тонны C /га,

C_n = запас валежной древесины /подстилки при новой категории землепользования; тонны C /га,

A_{on} = площадь, переустраиваемая из старой категории в новую категорию землепользования; га,

T_{on} = продолжительность перехода от старой к новой категории землепользования; годы. На уровне 1 по умолчанию принимается 20 лет для возрастания запасов углерода и 1 год для потери углерода.

Д. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА

УРАВНЕНИЕ 2.24

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ

$$\Delta C_{Почвы} = \Delta C_{Минерал.} - L_{Органич.} + \Delta C_{Неорганич.}$$

где:

$\Delta C_{Почвы}$ = годовое изменение в запасах углерода в почвах; тонны C /год,

$\Delta C_{Минерал.}$ = годовое изменение в запасах органического углерода в минеральных почвах; тонны C /год,

$L_{Органич.}$ = годовые потери углерода из осушенных органических почв; тонны C /год,

$\Delta C_{Неорганич.}$ = годовое изменение в запасах неорганического углерода в почвах; тонны C /год (предполагается равным 0, если не используется подход уровня 3).

УРАВНЕНИЕ 2.25

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ

$$\Delta C_{\text{Минерал.}} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} \cdot F_{LU_{c,s,i}} \cdot F_{MG_{c,s,i}} \cdot F_{I_{c,s,i}} \cdot A_{c,s,i})$$

(Примечание: в данном уравнении вместо D используется T, если T ≥ 20 лет, см. примечание ниже)

где:

- $\Delta C_{\text{Минерал.}}$ = годовое изменение в запасах углерода в минеральных почвах; тонны С /год,
- SOC_0 = запас органического углерода почвы в последний год периода кадастра; тонны С,
- $SOC_{(0-T)}$ = запас органического углерода почвы в начале периода кадастра; тонны С,
- SOC_0 и $SOC_{(0-T)}$ рассчитываются с помощью уравнения для SOC в рамке, где значения эталонных запасов углерода и коэффициентов изменения запасов задаются в зависимости от землепользования и деятельности по управлению, а также соответствующих площадей для каждого момента времени (момент времени = 0 и момент времени = 0-T),
- T = количество лет в одном периоде кадастра; лет,
- D = Временной промежуток, соответствующий коэффициентам изменения запасов углерода, который является периодом по умолчанию для перехода между равновесными значениями SOC; лет. Обычно равен 20 годам, но зависит от допущений, сделанных при расчете коэффициентов F_{LU} , F_{MG} и F_I . Если T превышает D, то следует использовать значение T для получения годовой скорости изменения за период кадастра (0-T лет),
- c = представляет климатические зоны, s - типы почв, i – комплекс систем управления (хозяйствования), принятый в данной стране.
- SOC_{REF} = эталонный запас углерода; тонны С /га (таблица 2.3),
- F_{LU} = коэффициент изменения запаса для систем землепользования или подсистемы конкретного землепользования, не имеет размерности,
 [Примечание: F_{ND} используется вместо F_{LU} при расчетах углерода в лесных почвах для оценки влияния режимов стихийных возмущений.
- F_{MG} = коэффициент изменения запасов для режима управления, не имеет размерности,
- F_I = коэффициент изменения запасов для поступления органического вещества, не имеет размерности,
- A = площадь земли для оцениваемого слоя (страты), га, Все земли данного слоя (страты) для совместного рассмотрения в аналитических целях должны иметь одинаковые биофизические условия (т.е. климатическую зону и тип почвы) и историю хозяйствования на протяжении периода кадастра.

УРАВНЕНИЕ 2.26

ГОДОВЫЕ ПОТЕРИ УГЛЕРОДА ИЗ ОСУШЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЧВ (CO₂)

$$L_{\text{Органич.}} = \sum_c (A \cdot EF)_c$$

где:

- $L_{\text{Органич.}}$ = годовые потери углерода из осушенных органических почв; тонны С /год,
- A = площадь осушенных органических почв в климате типа c; га,
 Примечание: A – это та же площадь (F_{os}), используемая для оценки выбросов N₂O в главе 11, уравнения 11.1 и 11.2.
- EF = коэффициент выбросов для климата типа c; тонны С / га x год.

Е. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ СЖИГАНИЯ БИОМАССЫ

УРАВНЕНИЕ 2.27 ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ ПОЖАРА

$$L_{\text{пожар}} = A \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{ef} \cdot 10^{-3}$$

где:

$L_{\text{пожар}}$ = количество выбросов парниковых газов от пожара; тонны каждого парникового газа, например, CH_4 , N_2O и т.д.

A = выжигаемая площадь; га,

M_B = масса доступного для горения топлива; тонны/га. Сюда входят биомасса, подстилка и валежная древесина. При использовании методов уровня 1 резервуары подстилки и валежной древесины предполагаются равными нулю, исключая случаи, когда имеет место изменение землепользования (см. раздел 2.3.2.2).

C_f = коэффициент сгорания; не имеет размерности (значения по умолчанию в таблице 2.6),

G_{ef} = коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (значения по умолчанию в таблице 2.5).

Примечание: Если данные для M_B и C_f недоступны, то может быть использовано значение по умолчанию для количества фактически сожженного топлива (произведение M_B и C_f) в рамках методологии уровня 1 (таблица 2.4).

Ф. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА

УРАВНЕНИЕ 5.1 ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА

$$\text{CH}_4_{\text{Рис}} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot A_{i,j,k} \cdot 10^{-6})$$

где:

$\text{CH}_4_{\text{Рис}}$ = годовые выбросы метана в результате выращивания риса, Гг CH_4 /год

EF_{ijk} = суточный коэффициент выбросов для условий i, j и k , кг CH_4 / га x сутки

t_{ijk} = период выращивания риса для условий i, j и k , сутки

A_{ijk} = годовая уборочная площадь под рисом для условий i, j и k , га/год

i, j и k = представляют разные экосистемы, водные режимы, тип и количество органических удобрений и прочие условия, влияющие на выбросы CH_4 в результате производства риса

УРАВНЕНИЕ 5.2 СКОРРЕКТИРОВАННЫЙ СУТОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ВЫБРОСОВ

$$EF_i = EF_c \cdot SF_w \cdot SF_p \cdot SF_o \cdot SF_{s,r}$$

где:

EF_i = скорректированный суточный коэффициент выбросов для конкретной площади уборки урожая,

EF_c = базовый коэффициент выбросов для постоянно затопленных полей без органических удобрений,

SF_w = коэффициент масштабирования для учета различий водных режимов в течение периода выращивания (из таблицы 5.12),

SF_p = коэффициент масштабирования для учета различий в водном режиме перед сезоном, до периода выращивания (из таблицы 5.13),

SF_o = коэффициент масштабирования должен варьировать как для типов, так и для количества внесенного органического удобрения (из уравнения 5.3 и таблицы 5.14),

$SF_{s,r}$ = коэффициент масштабирования для типа почвы, сорта риса и т.д., если имеются данные.

УРАВНЕНИЕ 5.3
СКОРРЕКТИРОВАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ МАСШТАБИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ CH_4 ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

$$SF_o = \left(1 + \sum_i ROA_i \cdot CFOA_i \right)^{0.59}$$

где:

SF_o = коэффициент масштабирования, как для типа, так и для количества внесенного органического удобрения,

ROA_i = норма внесения органического удобрения i , в виде сухой массы для соломы и массы в сыром виде для других органических удобрений, тонны/га,

$CFOA_i$ = коэффициент перевода для органического удобрения i (в терминах относительного влияния по сравнению с соломой, добавленной незадолго до выращивания), как показано в таблице 5.14.

G. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ

УРАВНЕНИЕ 7.1
ВЫБРОСЫ CO_2 ИЗ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ

$$CO_{2_W} = CO_{2_Wторф} + CO_{2_Wзатопл.}$$

где:

CO_{2_W} = выбросы CO_2 из водно-болотных угодий, Гг CO_2 /год,

$CO_{2_Wторф}$ = выбросы CO_2 из торфяников, управляемых для торфоразработки, Гг CO_2 /год,

$CO_{2_Wзатопл.}$ = выбросы CO_2 из затопляемых земель (земель, переустроенных в затопляемые земли), Гг CO_2 /год.

УРАВНЕНИЕ 7.2
ВЫБРОСЫ CO_2 ИЗ ТОРФЯНИКОВ, НА КОТОРЫХ ВЕДЕТСЯ ДОБЫЧА ТОРФА

$$CO_{2_WWторф.} = \left(CO_{2_C_{WWторфза пред.}} + CO_{2_C_{WWторфна месте}} \right) \cdot \left(\frac{44}{12} \right)$$

где:

$CO_{2_WWторф}$ = выбросы CO_2 из земель, на которых ведется добыча торфа, Гг CO_2 /год,

$CO_{2_C_{WWторфза пред.}}$ = выбросы CO_2 -C из изъятых для использования в плодовоощном хозяйстве торфа за пределами места добычи, Гг C /год,

$CO_{2_C_{WWторф на месте}}$ = выбросы CO_2 -C на месте разработки из осушенных залежей торфа, Гг C /год.

УРАВНЕНИЕ 7.3
ВЫБРОСЫ CO₂-C ИЗ УПРАВЛЯЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ (УРОВЕНЬ 1)

$$CO_2-C_{WW_{торф}} = CO_2-C_{WW_{торф\ за\ пред.}} + CO_2-C_{WW_{торф\ на\ месте}}$$

где:

$CO_2-C_{WW_{торф}}$ = выбросы CO₂-C из управляемых торфяников, Гг С /год,

$CO_2-C_{WW_{торф\ на\ месте}}$ = выбросы на месте разработки из залежей торфа (все фазы производства), Гг С /год,

$CO_2-C_{WW_{торф\ за\ пред.}}$ = выбросы из изъятых для использования в плодовоовощном хозяйстве торфа за пределами места его добычи, Гг С /год.

УРАВНЕНИЕ 7.4
ВЫБРОСЫ CO₂-C НА МЕСТЕ РАЗРАБОТКИ ИЗ УПРАВЛЯЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ (УРОВЕНЬ 1)

$$CO_2-C_{WW_{торф\ на\ месте}} = \left[\frac{(A_{торф\ Богат.} \cdot EF_{CO_2_{торф\ Богат.}}) + (A_{торф\ Бедн.} \cdot EF_{CO_2_{торф\ Бедн.}})}{1000} \right] + \Delta C_{WW_{торф\ в}}$$

где:

$CO_2-C_{WW_{торф\ на\ месте}}$ = выбросы CO₂-C на месте разработки из залежей торфа (все фазы производства), Гг С /год,

$A_{торф\ Богат.}$ = площадь богатых питательными веществами торфяных почв, управляемых для добычи торфа (все фазы производства), га,

$A_{торф\ Бедн.}$ = площадь бедных питательными веществами торфяных почв, управляемых для добычи торфа (все фазы производства), га,

$EF_{CO_2_{торф\ Богат.}}$ = коэффициенты выбросов CO₂ для богатых питательными веществами торфяных почв, управляемых для добычи торфа или заброшенных после добычи торфа, тонн С /га x год,

$EF_{CO_2_{торф\ Бедн.}}$ = коэффициенты выбросов CO₂ для бедных питательными веществами торфяных почв, управляемых для добычи торфа или заброшенных после добычи торфа, тонн С /га x год,

$\Delta C_{WW_{торф\ в}}$ = выбросы CO₂-C в результате изменения в запасах углерода биомассы, связанного с расчисткой растительности, Гг С /год.

УРАВНЕНИЕ 7.5
ВЫБРОСЫ CO₂-C ЗА ПРЕДЕЛАМИ МЕСТА ДОБЫЧИ ТОРФА ИЗ УПРАВЛЯЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ (УРОВЕНЬ 1)

$$CO_2-C_{WW_{торф\ за\ пред.}} = \frac{(Wt_{сух.\ торф} \cdot C_{fraction\ масс\ торф})}{1000}$$

или

$$CO_2-C_{WW_{торф\ за\ пред.}} = \frac{(Vol_{сух.\ торф} \cdot C_{fraction\ об.\ торф})}{1000}$$

где:

$CO_2-C_{WW\ торф_{за\ пред.}}$ = выбросы CO_2-C из изъятых для использования в плодовоощном хозяйстве торфа за пределами места его добычи, Гг С /год,

$Wt_{сух.\ торф}$ = воздушносухая масса добытого торфа, тонны/год,

$Vol_{сух.\ торф}$ = объем добытого воздушносухого торфа, м³/год,

$Cfraction_{масс.\ торф}$ = доля углерода воздушносухого торфа по массе, тонны С / (тонна воздушносухого торфа),

$Cfraction_{об.\ торф}$ = доля углерода воздушносухого торфа по объему, тонны С / (м³ воздушносухого торфа).

УРАВНЕНИЕ 7.6

ВЫБРОСЫ CO_2-C НА МЕСТЕ РАЗРАБОТКИ ОТ УПРАВЛЯЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ (УРОВНИ 2 И 3)

$$CO_2-C_{WW\ торф_{на\ месте}} = \left(\begin{array}{l} CO_2-C_{WW\ торф_{конверсия}} + CO_2-C_{WW\ торф_{разработка}} + \\ CO_2-C_{WW\ торф_{штабели}} + CO_2-C_{WW\ торф_{заброш.}} \end{array} \right)$$

где:

$CO_2-C_{WW\ торф_{на\ месте}}$ = выбросы CO_2-C на месте разработки из залежей торфа, Гг С /год,

$CO_2-C_{WW\ торф_{конверсия}}$ = выбросы CO_2-C на месте разработки в результате переустройства земель для добычи торфа, Гг С /год,

$CO_2-C_{WW\ торф_{разработка}}$ = выбросы CO_2-C с поверхности зоны выемки торфа, Гг С /год,

$CO_2-C_{WW\ торф_{штабели}}$ = выбросы CO_2-C от штабелей торфа перед вывозом с места добычи, Гг С /год,

$CO_2-C_{WW\ торф_{заброш.}}$ = выбросы CO_2-C из почв заброшенных, выработанных торфяников, Гг С /год,

УРАВНЕНИЕ 7.7

ВЫБРОСЫ N_2O ИЗ ТОРФЯНИКОВ, НА КОТОРЫХ ВЕДЕТСЯ ДОБЫЧА ТОРФА

$$N_2O_{WW\ торф_{Разработка}} = \left(A_{торф_{Богат.}} \cdot EF_{N_2O-N\ торф_{Богат.}} \right) \cdot \frac{44}{28} \cdot 10^{-6}$$

где:

$N_2O_{WW\ торф_{Разработка}}$ = прямые выбросы N_2O из торфяников, управляемых для добычи торфа, Гг N_2O /год,

$A_{торф_{Богат.}}$ = площадь богатых питательными веществами торфяных почв, управляемых для добычи торфа, включая заброшенные площади, которые все еще находятся в осушенном состоянии, га,

$EF_{N_2O-N\ торф_{Богат.}}$ = коэффициент выбросов для осушенных богатых питательными веществами водно-болотных органических почв, кг N_2O-N / га x год.

УРАВНЕНИЕ 7.8

ВЫБРОСЫ CO_2-C ИЗ ТОРФЯНИКОВ, ОСУШАЕМЫХ ДЛЯ ДОБЫЧИ ТОРФА

$$CO_2-C_{LW\ торф_{на\ месте}} = \left(-\Delta C_{WW\ торф_{В}} \right) + \left(-\Delta C_{WW\ торф_{ДОМ}} \right) + CO_2-C_{LW\ торф_{дренаж}}$$

где:

$CO_2-C_{LW\ торф_{на\ месте}}$ = выбросы CO_2-C из земель, переустраиваемых для добычи торфа, Гг С /год,

$\Delta C_{WW\ торф_{В}}$ = выбросы CO_2-C в результате изменения в запасах углерода в живой биомассе, Гг С / год,

$\Delta C_{\text{WWторф}_{\text{ДОМ}}} =$ выбросы $\text{CO}_2\text{-C}$ в результате изменения в запасах углерода в резервуаре мертвого органического вещества, Гг С / год,

$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{LWторф дренаж}} =$ выбросы $\text{CO}_2\text{-C}$ из почв в процессе осушения, Гг С /год.

УРАВНЕНИЕ 7.9
ВЫБРОСЫ $\text{CO}_2\text{-C}$ ИЗ ПОЧВ ТОРФЯНИКОВ, ОСУШАЕМЫХ ДЛЯ ДОБЫЧИ ТОРФА

$$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{LWторф_дренаж}} = \left[\frac{\left(A_{\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Богат.}}} \cdot EF_{\text{CO}_2\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Богат.}}} \right) + \left(A_{\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Бедн.}}} \cdot EF_{\text{CO}_2\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Бедн.}}} \right)}{1000} \right]$$

где:

$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{LWторф_дренаж}} =$ выбросы $\text{CO}_2\text{-C}$ из почв на землях, переустроенных для добычи торфа, Гг С /год,

$A_{\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Богат.}}} =$ площадь осушаемых богатых питательными веществами торфяных почв, га,

$A_{\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Бедн.}}} =$ площадь осушаемых бедных питательными веществами торфяных почв, га,

$EF_{\text{CO}_2\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Богат.}}} =$ коэффициенты выбросов для $\text{CO}_2\text{-C}$ из осушаемых богатых питательными веществами торфяных почв, тонны С / га x год,

$EF_{\text{CO}_2\text{осуш.}_\text{торф}_{\text{Бедн.}}} =$ коэффициенты выбросов для $\text{CO}_2\text{-C}$ из осушаемых бедных питательными веществами торфяных почв, тонны С / га x год.

УРАВНЕНИЕ 7.10
ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В ЖИВОЙ БИОМАССЕ НА ЗЕМЛЯХ, ПЕРЕУСТРОЕННЫХ В ПОСТОЯННО ЗАТОПЛЯЕМЫЕ ЗЕМЛИ

$$\Delta C_{\text{LWзатопл.}_{\text{LB}}} = \left[\sum_i A_i \cdot (B_{\text{После}_i} - B_{\text{До}_i}) \right] \cdot CF$$

$$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{LWзатопл.}} = \Delta C_{\text{LWзатопл.}_{\text{LB}}} \cdot \frac{-44}{12}$$

где:

$\Delta C_{\text{LWзатопл.}_{\text{LB}}} =$ годовое изменение в запасах углерода в биомассе на землях, переустроенных в затопляемые земли, тонны С /год,

$A_i =$ площадь земель, переустраиваемых ежегодно в затопляемые земли из исходного вида землепользования i , га/год,

$B_{\text{После}_i} =$ биомасса непосредственно после переустройства в затопляемые земли, тонны с.в. /га (по умолчанию = 0),

$B_{\text{До}_i} =$ биомасса на землях непосредственно перед переустройством в затопляемые земли, тонны с.в. /га,

$CF =$ доля углерода в сухом веществе (по умолчанию = 0,5), тонны С / (тонна с.в.).

$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{LWзатопл.}} =$ годовые выбросы CO_2 на землях, переустроенных в затопляемые земли, тонны CO_2 /год.

Н. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ СКОТА

УРАВНЕНИЕ 10.1 СРЕДНЕГОДОВОЕ ПОГОЛОВЬЕ

$$AAP = (\text{Продолжительность_жизни, _сутки}) \cdot \frac{NAPA}{365}$$

где:

AAP = среднегодовое поголовье,

NAPA = число ежегодно рождаемых животных.

УРАВНЕНИЕ 10.2 КОЭФФИЦИЕНТ ДЛЯ РАСЧЕТА ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОДДЕРЖИВАНИЯ

$$Cf_i(\text{в _холоде}) = Cf_i + 0.0048 \cdot (20 - ^\circ C)$$

где:

Cf_i = коэффициент, который меняется для каждой категории животных, как показано в таблице 10.4 (коэффициенты для расчета NE_m); МДж/сутки x кг,

$^\circ C$ = среднесуточная температура в течение зимнего сезона.

УРАВНЕНИЕ 10.3 ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖИВАНИЯ

$$NE_m = Cf_i \cdot (\text{Масса})^{0,75}$$

где:

NE_m = чистая энергия, необходимая для поддержания животного; МДж/сутки,

Cf_i = коэффициент, который меняется для каждой категории животных, как показано в таблице 10.4 (коэффициенты для расчета NE_m); МДж/сутки x кг,

Масса = живая масса животного; кг.

УРАВНЕНИЕ 10.4 ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ (ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И БУЙВОЛОВ)

$$NE_a = C_a \cdot NE_m$$

где:

NE_a = чистая энергия для физической активности животных; МДж/сутки,

C_a = коэффициент, соответствующий условиям кормления животных (таблица 10.5, коэффициенты физической активности),

NE_m = чистая энергия, необходимая для поддержания животного (уравнение 10.3); МДж/сутки.

УРАВНЕНИЕ 10.5 ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ (ДЛЯ ОВЕЦ)

$$NE_a = C_a \cdot (\text{Масса})$$

где:

NE_a = чистая энергия для физической активности животных; МДж/сутки,

C_a = коэффициент, соответствующий условиям кормления животных (таблица 10.5); МДж/сутки x кг,

Масса = живая масса животного, кг.

УРАВНЕНИЕ 10.6
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ РОСТА (ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И БУЙВОЛОВ)

$$NE_g = 22.02 \cdot \left(\frac{BW}{C \cdot MW} \right)^{0.75} \cdot WG^{1.097}$$

где:

NE_g = чистая энергия, необходимая для роста; МДж/сутки,

BW = средняя живая масса (BW) животного по поголовью; кг,

C = коэффициент со значением 0,8 для самок, 1,0 для кастратов и 1,2 для самцов (NRC, 1996),

MW = живая масса взрослой самки средней упитанности; кг,

WG = средний суточный прирост массы животного по поголовью; кг/сутки.

УРАВНЕНИЕ 10.7
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ РОСТА (ДЛЯ ОВЕЦ)

$$NE_g = \frac{WG_{\text{ягнят}} \cdot (a + 0.5b(BW_i + BW_f))}{365}$$

где:

NE_g = чистая энергия, необходимая для роста; МДж/сутки,

$WG_{\text{ягнят}}$ = прирост массы ($BW_f - BW_i$); кг/год,

BW_i = живая масса при отъеме; кг,

BW_f = живая масса в возрасте 1 год или при убое (живая масса), если убой совершается в возрасте до 1 года; кг,

a, b = константы, приведенные в таблице 10.6.

УРАВНЕНИЕ 10.8
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ЛАКТАЦИИ (ДЛЯ МЯСНОГО СКОТА, МОЛОЧНОГО СКОТА И БУЙВОЛИЦ)

$$NE_1 = \text{Молоко} \cdot (1,47 + 0,40 \cdot \text{Жир})$$

где:

NE_1 = чистая энергия для лактации; МДж/сутки,

Молоко = количество произведенного молока; кг молока /сутки,

Жир = содержание жира в молоке; % по массе.

УРАВНЕНИЕ 10.9
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ЛАКТАЦИИ ОВЕЦ (ПРОИЗВОДСТВО МОЛОКА ИЗВЕСТНО)

$$NE_1 = \text{Молоко} \cdot EV_{\text{молоко}}$$

где:

NE_1 = чистая энергия для лактации; МДж/сутки,

Молоко = количество произведенного молока; кг молока /сутки,

$EV_{\text{молоко}}$ = чистая энергия, требуемая для производства 1 кг молока. Может быть использовано значение по умолчанию 4,6 МДж/кг (AFRC, 1993), которое соответствует 7% жирности молока (по массе).

УРАВНЕНИЕ 10.10
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ЛАКТАЦИИ ОВЕЦ (ПРОИЗВОДСТВО МОЛОКА НЕИЗВЕСТНО)

$$NE_1 = \left[\frac{(5 \cdot WG_{\text{до отъема}})}{365} \right] \cdot EV_{\text{молоко}}$$

где:

NE_1 = чистая энергия для лактации; МДж/сутки,

$WG_{\text{до отъема}}$ = прирост массы ягненка за период от рождения до отъема; кг,

$EV_{\text{молоко}}$ = энергия, требуемая для производства 1 кг молока, МДж/кг. Может быть использовано значение по умолчанию 4,6 МДж/кг (AFRC, 1993).

УРАВНЕНИЕ 10.11
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ РАБОТЫ (ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И БУЙВОЛОВ)

$$NE_{\text{работа}} = 0,10 \cdot NE_m \cdot \text{Часы}$$

где:

$NE_{\text{работа}}$ = чистая энергия для работы; МДж/сутки,

NE_m = чистая энергия, необходимая для поддержания животного (уравнение 10.3); МДж/сутки,

Часы = количество рабочих часов в сутки.

УРАВНЕНИЕ 10.12
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШЕРСТИ (ДЛЯ ОВЕЦ)

$$NE_{\text{шерсть}} = \left(\frac{EV_{\text{шерсть}} \cdot \text{Производство}_{\text{шерсть}}}{365} \right)$$

где:

$NE_{\text{шерсть}}$ = чистая энергия, необходимая для производства шерсти; МДж/сутки,

$EV_{\text{шерсть}}$ = энергетическая ценность каждого кг произведенной шерсти (после высушивания, но до очистки); МДж/кг. Для этой оценки может быть использовано значение по умолчанию 24 МДж/кг (AFRC, 1993).

$\text{Производство}_{\text{шерсть}}$ = годовое производство шерсти в расчете на одну овцу; кг/год.

УРАВНЕНИЕ 10.13
ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ БЕРЕМЕННОСТИ (ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА /БУЙВОЛИЦ И ОВЕЦ)

$$NE_p = C_{\text{беременность}} \cdot NE_m$$

где:

NE_p = чистая энергия, необходимая для беременности; МДж/сутки,

$C_{\text{беременность}}$ = коэффициент беременности (см. таблицу 10.7),

NE_m = чистая энергия, необходимая для поддержания животного (уравнение 10.3); МДж/сутки.

УРАВНЕНИЕ 10.14**ОТНОШЕНИЕ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ В РАЦИОНЕ, ДОСТУПНОЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖИВАНИЯ, К ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ПЕРЕВАРИМОЙ ЭНЕРГИИ**

$$REM = \left[1.123 - (4.092 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1.126 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{25.4}{DE\%} \right) \right]$$

где:

REM = отношение чистой энергии в рационе, доступной для поддержания, к потребляемой переваримой энергии,

DE% = переваримая энергия, выраженная в виде процентной доли от валовой энергии.

УРАВНЕНИЕ 10.15**ОТНОШЕНИЕ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ В РАЦИОНЕ, ДОСТУПНОЙ ДЛЯ РОСТА, К ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ПЕРЕВАРИМОЙ ЭНЕРГИИ**

$$REG = \left[1.164 - (5.160 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1.308 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{37.4}{DE\%} \right) \right]$$

где:

REG = отношение чистой энергии в рационе, доступной для роста, к потребляемой переваримой энергии,

DE% = переваримая энергия, выраженная в виде процентной доли от валовой энергии.

УРАВНЕНИЕ 10.16**ВАЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА /БУЙВОЛОВ И ОВЕЦ**

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{work} + NE_p}{REM} \right) + \left(\frac{NE_g + NE_{wool}}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right]$$

где:

GE = валовая энергия; МДж/сутки,

NE_m = чистая энергия, необходимая для поддержания животного (уравнение 10.3); МДж/сутки,

NE_a = чистая энергия для физической активности животного (уравнения 10.4 и 10.5); МДж/сутки,

NE_l = чистая энергия для лактации (уравнения 10.8, 10.9 и 10.10); МДж/сутки,

NE_{работа} = чистая энергия для работы (уравнение 10.11); МДж/сутки,

NE_p = чистая энергия, необходимая для беременности (уравнение 10.13); МДж/сутки,

REM = отношение чистой энергии в рационе, доступной для поддержания, к потребляемой переваримой энергии (уравнение 10.14),

= чистая энергия, необходимая для роста (уравнения 10.6 и 10.7); МДж/сутки,

NE_{шерсть} = чистая энергия, необходимая для производства шерсти в течение года (уравнение 10.12); МДж/сутки,

REG = отношение чистой энергии в рационе, доступной для роста, к потребляемой переваримой энергии (уравнение 10.15),

DE% = переваримая энергия, выраженная в виде процентной доли от валовой энергии.

УРАВНЕНИЕ 10.17
ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА МОЛОДНЯКОМ И ОТКОРМОЧНЫМ СКОТОМ

$$DMI = BW^{0.75} \cdot \left[\frac{(0.2444 \cdot NE_{ma} - 0.0111 \cdot NE_{ma}^2 - 0.472)}{NE_{ma}} \right]$$

где:

DMI = потребление сухого вещества; кг/сутки,

BW = живая масса; кг,

NE_{ma} = значение оцениваемой концентрации чистой энергии для рациона или значение по умолчанию из таблицы 10.8; МДж/кг.

УРАВНЕНИЕ 10.18a
ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ВЗРОСЛЫМ МЯСНЫМ СКОТОМ

$$DMI = BW^{0.75} \cdot \left[\frac{(0.0119 \cdot NE_{ma}^2 + 0.1938)}{NE_{ma}} \right]$$

где:

DMI = потребление сухого вещества; кг/сутки,

BW = живая масса; кг,

NE_{ma} = значение оцениваемой концентрации чистой энергии для рациона или значение по умолчанию из таблицы 10.8; МДж/кг.

УРАВНЕНИЕ 10.18b
ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ВЗРОСЛЫМИ МОЛОЧНЫМИ КОРОВАМИ

$$DMI = \left[\frac{\left(\frac{5.4 \cdot BW}{500} \right)}{\left(\frac{100 - DE\%}{100} \right)} \right]$$

где:

DMI = потребление сухого вещества; кг/сутки,

BW = живая масса; кг,

DE% = переваримая энергия, выраженная в виде процентной доли от валовой энергии (обычно 45-55% для низкокачественного фуража).

УРАВНЕНИЯ 10.19
ВЫБРОСЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭНТЕРАЛЬНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОТ СКОТА ЗАДАННОЙ КАТЕГОРИИ

$$Выбросы = EF_{(T)} \cdot \frac{N_{(T)}}{10^6}$$

где:

Выбросы = выбросы метана в результате энтеральной ферментации; Гг CH₄/год,

EF_(T) = коэффициент выбросов для установленного поголовья скота; кг CH₄/голова x год,

N_(T) = количество голов вида/категории скота T в стране,

T = вид/категория скота.

УРАВНЕНИЯ 10.20
СУММАРНЫЕ ВЫБРОСЫ ОТ СКОТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭНТЕРАЛЬНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

$$\text{Суммарный } \text{CH}_{4\text{Энтер.}} = \sum_i E_i$$

где:

Суммарный $\text{CH}_{4\text{Энтер.}}$ = суммарные выбросы метана в результате энтеральной ферментации, Гг $\text{CH}_4/\text{год}$,
 E_i = выбросы для i категорий и подкатегорий скота.

УРАВНЕНИЕ 10.21
КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ CH_4 ДЛЯ ЭНТЕРАЛЬНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОТ СКОТА ЗАДАННОЙ КАТЕГОРИИ

$$EF = \left[\frac{GE \cdot \left(\frac{Y_m}{100} \right) \cdot 365}{55.65} \right]$$

где:

EF = коэффициент выбросов, кг CH_4 / голова x год,
 GE = валовое потребление энергии, МДж/ голова x сутки,
 Y_m = коэффициент преобразования метана, процентная доля валовой энергии в корме, преобразованная в метан,
 Коэффициент 55,65 (МДж/ кг CH_4) представляет собой энергосодержание метана.

УРАВНЕНИЕ 10.22 .
ВЫБРОСЫ CH_4 В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА

$$\text{CH}_{4\text{Навоз}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

где:

$\text{CH}_{4\text{Навоз}}$ = Выбросы CH_4 в результате уборки, хранения и использования навоза для установленного поголовья в Гг $\text{CH}_4/\text{год}$,
 $EF_{(T)}$ = коэффициент выбросов для установленного поголовья скота; кг $\text{CH}_4/\text{голова}$ x год,
 $N_{(T)}$ = количество голов вида/категории скота T в стране,
 T = вид/категория скота.

УРАВНЕНИЕ 10.23 .
КОЭФФИЦИЕНТ ВЫБРОСОВ CH_4 В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА

$$EF_{(T)} = (VS_{(T)} \cdot 365) \cdot \left[B_{o(T)} \cdot 0.67 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot \sum_{S,k} \frac{MCF_{S,k}}{100} \cdot MS_{(T,S,k)} \right]$$

где:

$EF_{(T)}$ = коэффициент годовых выбросов CH_4 для заданной категории T скота; кг CH_4 / животное x год,
 $VS_{(T)}$ = суточное выделение летучего твердого вещества для заданной категории T скота; кг с.в. / животное x год,

365 = основа для расчета годового производства VS; сутки/год.

$V_{o(T)}$ = максимальная метанопродуцирующая способность для навоза скота категории T ; $\text{м}^3 \text{CH}_4 / \text{кг}$ выделенных VS,

0,67 = коэффициент преобразования $\text{м}^3 \text{CH}_4$ в килограммы CH_4 ,

$\text{MCF}_{(S,k)}$ = коэффициенты преобразования метана для каждой системы S уборки, хранения и использования навоза по климатическому региону k ; %,

$\text{MS}_{(T,S,k)}$ = доля навоза от категории T скота, которая обрабатывается с использованием системы S уборки, хранения и использования навоза в климатическом регионе k ; не имеет размерности.

УРАВНЕНИЕ 10.24
ТЕМПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

$$VS = \left[GE \cdot \left(1 - \frac{DE\%}{100} \right) + (UE \cdot GE) \right] \cdot \left[\frac{1 - ASH}{18.45} \right]$$

где:

VS = выделение летучих твердых веществ в сутки на основе массы сухого органического вещества; кг VS /сутки,

GE = валовая потребляемая энергия; МДж/сутки,

DE% = переваримость корма, в процентах (например, 60%),

$(UE \cdot GE)$ = энергия, теряемая с мочой (энергия мочи), выраженная в виде доли GE. Для большинства жвачных в общем случае можно принять, что теряемая с мочой энергия равна $0,04GE$ (с уменьшением до $0,02$ для жвачных, в рационе которых содержится 85% и более зерна или для свиней). Использовать значения по конкретной стране там, где это возможно.

ASH = содержание золы в навозе, рассчитанное в виде доли потребляемого сухого вещества корма (например, 0,08 для крупного рогатого скота). Использовать значения по конкретной стране там, где это возможно.

18,45 = коэффициент преобразования для GE рациона в расчете на кг сухого вещества (МДж/кг). Эта величина является относительно постоянной для широкого диапазона фуража и кормов на основе зерновых, обычно потребляемых скотом.

УРАВНЕНИЕ 10.25
ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)}) \right] \cdot EF_{3(S)} \right] \cdot \frac{44}{28}$$

где:

$N_2O_{D(mm)}$ = прямые выбросы N_2O в результате уборки, хранения и использования навоза в стране; кг N_2O /год,

$N_{(T)}$ = количество голов вида/категории скота T в стране,

$Nex_{(T)}$ = среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории T в стране; кг N / животное x год,

$\text{MS}_{(T,S)}$ = доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории скота T , которая обрабатывается в рамках системы S уборки, хранения и использования навоза в данной стране; не имеет размерности,

$EF_{3(S)}$ = коэффициент выбросов для прямых выбросов N_2O от системы уборки, хранения и использования навоза S в стране; кг $\text{N}_2\text{O-N}/\text{кг N}$ в системе S ,

S = система уборки, хранения и использования навоза,

T = вид/категория скота,

44/28 = коэффициент преобразования выбросов $(N_2O-N)_{(mm)}$ в выбросы $N_2O_{(mm)}$.

УРАВНЕНИЕ 10.26 .
ПОТЕРИ АЗОТА ЧЕРЕЗ УЛЕТУЧИВАНИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НАВОЗА

$$N_{\text{улетучивание-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{\text{ГазMS}}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

где:

$N_{\text{улетучивание-MMS}}$ = количество азота, которое теряется из навоза через улетучивание NH_3 и NO_x ; кг N /год,

$N_{(T)}$ = количество голов вида/категории скота T в стране,

$Nex_{(T)}$ = среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории T в стране; кг N / животное x год,

$MS_{(T,S)}$ = доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории скота T , которая обрабатывается в рамках системы S уборки, хранения и использования навоза в данной стране; не имеет размерности,

$Frac_{\text{ГазMS}}$ = процентная доля азота в обработанном навозе скота категории T , которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x в системе уборки, хранения и использования навоза S ; %.

УРАВНЕНИЕ 10.27 .
КОСВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O , СВЯЗАННЫЕ С УЛЕТУЧИВАНИЕМ АЗОТА В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ,
ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА

$$N_2O_{G(mm)} = \left(N_{\text{улетучивание-MMS}} \cdot EF_4 \right) \cdot \frac{44}{28}$$

где:

$N_2O_{G(mm)}$ = косвенные выбросы N_2O , связанные с улетучиванием азота в результате уборки, хранения и использования навоза в стране; кг N_2O /год,

EF_4 = коэффициент выбросов для выбросов N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности; кг N_2O-N / (кг улетучившихся NH_3-N + NO_x-N), значение по умолчанию составляет 0,01 кг N_2O-N / (кг улетучившихся NH_3-N + NO_x-N) и приводится в таблице 11.3 главы 11.

УРАВНЕНИЕ 10.28 .
ПОТЕРИ АЗОТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫМЫВАНИЯ ИЗ СИСТЕМ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НАВОЗА

$$N_{\text{вымывание-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{\text{вымываниеMS}}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

где:

$N_{\text{вымывание-MMS}}$ = количество азота в навозе, которое вымывается из систем уборки, хранения и использования навоза; кг N /год,

$N_{(T)}$ = количество голов вида/категории скота T в стране,

$Nex_{(T)}$ = среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории T в стране; кг N / животное x год,

$MS_{(T,S)}$ = доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории скота T , которая обрабатывается в рамках системы S уборки, хранения и использования навоза в данной стране; не имеет размерности,

$F_{\text{рас}_{\text{вымываниеMS}}}$ = процентная доля потерь азота обрабатываемого навоза скота категории T в результате стока и вымывания при твердом и жидком хранении навоза (обычно в диапазоне 1-20%).

УРАВНЕНИЕ 10.29 .
КОСВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ N₂O В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫМЫВАНИЯ ПРИ УБОРКЕ, ХРАНЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАВОЗА

$$N_{2O_{L(mm)}} = (N_{\text{вымывание-MMS}} \cdot EF_5) \cdot \frac{44}{28}$$

где:

$N_{2O_{L(mm)}}$ = косвенные выбросы N₂O в результате вымывания и стока при уборке, хранении и использовании навоза в данной стране; кг N₂O /год,

EF_5 = коэффициент выбросов для выбросов N₂O в результате вымывания и стока азота; кг N₂O-N / кг вымываемого и стекаемого азота (по умолчанию составляет 0,0075 кг N₂O-N / кг вымываемого и стекаемого азота), приводится в таблице 11.3 главы 11.

УРАВНЕНИЕ 10.30
ГОДОВЫЕ ТЕМПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ АЗОТА

$$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} \cdot \frac{TAM}{1000} \cdot 365$$

где:

$N_{ex(T)}$ = годовое выделение азота для заданной категории T скота; кг N / животное x год,

$N_{rate(T)}$ = темпы выделения азота по умолчанию; кг N / 1000 кг массы животных x сутки (см. таблицу 10.19),

$TAM_{(T)}$ = типовая масса животных для заданной категории T скота; кг / животное.

УРАВНЕНИЕ 10.31
ГОДОВЫЕ ТЕМПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ АЗОТА (УРОВЕНЬ 2)

$$N_{ex(T)} = N_{\text{поглощение}(T)} \cdot (1 - N_{\text{удержание}(T)})$$

где:

$N_{ex(T)}$ = годовые темпы выделения азота, кг N / животное x год,

$N_{\text{поглощение}(T)}$ = годовое поглощение азота в расчете на голову животного вида/категории T , кг N / животное x год,

$N_{\text{удержание}(T)}$ = доля годового поглощения азота, которая удерживается животным вида/категории T , без размерности.

УРАВНЕНИЕ 10.32
ТЕМПЫ ПОГЛОЩЕНИЯ АЗОТА КРУПНЫМ РОГАТЫМ СКОТОМ

$$N_{\text{поглощение}(T)} = \frac{GE}{18.45} \cdot \left(\frac{CP\%}{6.25} \right)$$

где:

$N_{\text{поглощение}(T)}$ = суточное потребление азота в расчете на животное заданной категории T ; кг N / животное x сутки,

GE = валовая потребляемая животным энергия в энтеральной модели, основанной на данных перевариваемой энергии, надоя молока, беременности, текущей массы, массы взрослого животного, темпах прироста массы и константах МГЭИК; МДж/ животное x сутки,

18,45 = коэффициент преобразования для GE рациона в расчете на кг сухого вещества; МДж/кг. Эта величина является относительно постоянной для широкого диапазона фуража и кормов на основе зерновых, обычно потребляемых скотом.

CP% = процентная доля сырого белка в рационе, поступление,

6,25 = коэффициент преобразования из кг белка рациона в кг азота рациона; кг кормового белка / кг N.

УРАВНЕНИЕ 10.33
ТЕМПЫ УДЕРЖАНИЯ АЗОТА СКОТОМ

$$N_{\text{удержание}(T)} = \left[\frac{\text{Молоко} \cdot \left(\frac{\text{Молоко PR\%}}{100} \right)}{6.38} \right] + \left[\frac{WG \cdot \left[268 - \left(\frac{7.03 \cdot NE_g}{WG} \right) \right]}{\frac{1000}{6.25}} \right]$$

где:

$N_{\text{удержание}(T)}$ = суточное удержание азота в расчете на животное заданной категории T ; кг N / животное x сутки,

Молоко = надой молока; кг / животное x сутки (применимо только к молочным коровам),

Молоко PR% = процентное содержание белка в молоке, рассчитывается как $[1,9 + 0,4 \cdot \% \text{Жир}]$, где %Жир представляет собой вводный параметр, принимаемый равным 4% (применимо только к молочным коровам),

6,38 = коэффициент преобразования из белка молока в азот молока; кг белка / кг N,

WG = прирост массы, вводный параметр для каждой категории скота; кг/сутки,

268 и 7,03 = константы из уравнения 3-8 в NRC (1996),

NE_g = чистая энергия для роста, рассчитанная в рамках характеристики скота на основе текущей массы, массы взрослого животного, темпов прироста массы и констант МГЭИК; МДж/сутки,

1000 = коэффициент преобразования из граммов в килограммы; г/кг,

6,25 = коэффициент преобразования из кг белка рациона в кг азота рациона; кг белка / кг N.

УРАВНЕНИЕ 10.34
КОЛИЧЕСТВО АЗОТА В ОБРАБОТАННОМ НАВОЗЕ, КОТОРЫЙ ВНОСИТСЯ В ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ ПОЧВЫ, ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В КАЧЕСТВЕ КОРМА, ТОПЛИВА ИЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

$$N_{\text{MMS_Avb}} = \sum_S \left\{ \sum_{(T)} \left[\left[\frac{(N_{(T)} \cdot N_{\text{ex}(T)} \cdot MS_{(T,S)}) \cdot \left(1 - \frac{\text{Frac}_{\text{ПотериMS}}}{100} \right)}{100} \right] + \left[N_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \cdot N_{\text{подстилкаMS}} \right] \right] \right\}$$

где:

$N_{\text{MMS_Avb}}$ = количество азота в обработанном навозе, который вносится в обрабатываемые почвы, или используется в качестве корма, топлива или в строительстве; кг N / год,

$N_{(T)}$ = количество голов вида/категории скота T в стране,

$N_{ex(T)}$ = среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории T в стране; кг N / животное x год,

$MS_{(T,S)}$ = доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории скота T , которая обрабатывается в рамках системы S уборки, хранения и использования навоза в данной стране; не имеет размерности,

$F_{гасПотериMS}$ = количество азота в обработанном навозе скота категории T , которое теряется в системе уборки, хранения и использования навоза S ; % (см. таблицу 10.23),

$N_{подстилкаMS}$ = количество азота подстилки (применимо для сухого хранения и MMS глубокой подстилки, если известно использование органической подстилки); кг N / животное x год,

S = система уборки, хранения и использования навоза,

T = вид/категория скота.

I. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ВЫБРОСОВ N_2O И CO_2 ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ

УРАВНЕНИЕ 11.1

ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 1)

$$N_2O_{Прям.-N} = N_2O-N_{N\text{ поступления}} + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PRP}$$

где:

$$N_2O-N_{N\text{ поступления}} = \left[\left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot EF_1 \right] + \left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \cdot EF_{1FR} \right] \right]$$

$$N_2O-N_{OS} = \left[\left(F_{OS,CG,Temp} \cdot EF_{2CG,Temp} \right) + \left(F_{OS,CG,Trop} \cdot EF_{2CG,Trop} \right) + \left(F_{OS,F,Temp,NR} \cdot EF_{2F,Temp,NR} \right) + \left(F_{OS,F,Temp,NP} \cdot EF_{2F,Temp,NP} \right) + \left(F_{OS,F,Trop} \cdot EF_{2F,Trop} \right) \right]$$

$$N_2O-N_{PRP} = \left[\left(F_{PRP, CPP} \cdot EF_{3PRP, CPP} \right) + \left(F_{PRP, SO} \cdot EF_{3PRP, SO} \right) \right]$$

где:

$N_2O_{Прям.-N}$ = годовые прямые выбросы N_2O-N из обрабатываемых почв; кг N_2O-N /год,

$N_2O-N_{N\text{ поступления}}$ = годовые прямые выбросы N_2O-N в результате поступлений азота в обрабатываемые почвы; кг N_2O-N /год,

N_2O-N_{OS} = годовые прямые выбросы N_2O-N из обрабатываемых органических почв; кг N_2O-N /год,

N_2O-N_{PRP} = годовые прямые выбросы N_2O-N в результате поступлений мочи и помета в почвы, на которых производится выпас; кг N_2O-N /год,

F_{SN} = годовое количество азота искусственных удобрений, внесенного в почвы; кг N /год,

F_{ON} = годовое количество навоза, компоста, осадков сточных вод и других органических азотсодержащих добавок, внесенных в почвы (примечание: при включении осадков сточных вод необходимо провести перекрестную сверку с сектором отходов, чтобы избежать двойного учета выбросов N_2O); кг N /год,

F_{CR} = годовое количество азота в растительных остатках (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур и от обновления/восстановления кормовых культур /пастбищ, возвращаемое в почвы; кг N /год,

F_{SOM} = годовое количество азота в минеральных почвах, которое минерализуется в связи с потерей почвенного углерода из почвенного органического вещества в результате изменений в землепользовании или управлении; кг N /год,

F_{OS} = годовая площадь обрабатываемых/осушенных органических почв, га (примечание: подстрочные индексы CG, F, Temp, Trop, NR и NP относятся соответственно к возделываемым землям и пастбищам, лесным площадям, умеренным зонам, тропическим зонам, богатым питательными веществами и бедным питательными веществами условиям),

F_{PRP} = годовое количество азота мочи и помета, оставленное на пастбище, выпасе и в загоне жвачными животными; кг N /год (примечание: нижние индексы CPP и SO относятся соответственно к крупному рогатому скоту, домашней птице и свиньям (CPP), к овцам и прочим животным (SO)),

EF_1 = коэффициент выбросов для выбросов N_2O от поступлений азота; кг N_2O-N / кг поступающего N (таблица 11.1),

EF_{1FR} = коэффициент выбросов для выбросов N_2O от поступлений азота к орошаемому рису; кг N_2O-N / кг поступающего N (таблица 11.1),

EF_2 = коэффициент выбросов для выбросов N_2O от осушенных/обрабатываемых органических почв; кг N_2O-N / га x год (таблица 11.1) (примечание: подстрочные индексы CG, F, Temp, Trop, NR и NP относятся соответственно к возделываемым землям и пастбищам, лесным площадям, умеренным зонам, тропическим зонам, богатым питательными веществами, и бедным питательными веществами условиям),

EF_{3PRP} = коэффициент выбросов для выбросов N_2O от азота мочи и помета, оставленного на пастбище, выпасе и в загоне жвачными животными; кг N_2O-N / кг поступающего N (таблица 11.1) (примечание: нижние индексы CPP и SO относятся соответственно к крупному рогатому скоту, домашней птице и свиньям (CPP), к овцам и прочим животным (SO)),

УРАВНЕНИЕ 11.2

ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 2)

$$N_2O_{Прям.-N} = \sum_i (F_{SN} + F_{ON})_i \cdot EF_{1i} + (F_{CR} + F_{SOM}) \cdot EF_1 + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PRP}$$

где:

EF_{1i} = коэффициенты выбросов, разработанные для выбросов N_2O в результате внесения искусственных удобрений и органического азота при условиях i ; кг N_2O-N / кг поступающего N; $i = 1, \dots, n$.

УРАВНЕНИЕ 11.3

КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ВНОСИМОЕ В ПОЧВЫ С ОРГАНИЧЕСКИМИ АЗОТНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ (УРОВЕНЬ 1)

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$$

где:

F_{ON} = суммарное годовое количество внесенного в почвы органического азотного удобрения, кроме оставляемого жвачными животными; кг N/год,

F_{AM} = годовое количество азота в навозе, внесенном в почвы; кг N/год,

F_{SEW} = годовое суммарное количество азота сточных вод (согласовать с сектором отходов во избежание двойного учета), которое вносится в почвы; кг N /год,

F_{COMP} = годовое суммарное количество азота в компосте, который вносится в почвы (обеспечить, чтобы не было двойного учета азота в навозе, используемом для приготовления компоста); кг N /год,

F_{OOA} = годовое количество других органических улучшающих добавок, использованных в качестве удобрения (например, отходы переработки непищевого животного сырья, гуано, отходы пивоварения и т.д.); кг N/год,

УРАВНЕНИЕ 11.4
КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ВНОСИМОЕ В ПОЧВЫ С НАВОЗОМ (УРОВЕНЬ 1)

$$F_{AM} = N_{MMS_Avb} \cdot \left[1 - \left(Frac_{КОРМ} + Frac_{ТОПЛ.} + Frac_{СТРОИТ.} \right) \right]$$

где:

F_{AM} = годовое количество азота в навозе, внесенном в почвы; кг N/год,

N_{MMS_Avb} = количество азота в обработанном навозе, который вносится в почву, используется для кормления, в качестве топлива или в строительстве; кг N /год (см. уравнение 10.34 в главе 10),

$Frac_{КОРМ}$ = часть обработанного навоза, используемая для кормления,

$Frac_{ТОПЛ.}$ = часть обработанного навоза, используемая как топливо,

$Frac_{СТРОИТ.}$ = часть обработанного навоза, используемая для строительства.

УРАВНЕНИЕ 11.5
КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ОСТАВЛЯЕМОЕ НА ПАСТБИЩЕ, ВЫПАСЕ И В ЗАГОНЕ ЖВАЧНЫМИ ЖИВОТНЫМИ С МОЧОЙ И ПОМЕТОМ (УРОВЕНЬ 1)

$$F_{PRP} = \sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \right) \cdot MS_{(T,PRP)} \right]$$

где:

F_{PRP} = годовое количество азота мочи и помета, оставленное на выпасе, пастбище и в загоне жвачными животными; кг N /год,

$N_{(T)}$ = количество голов скота вида/категории T в стране (см. раздел 10.2, глава 10),

$Nex_{(T)}$ = среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории T в стране; кг N / животное x год, (см. раздел 10.5, глава 10),

$MS_{(T,PRP)}$ = часть суммарного количества азота, выделенного каждым видом / каждой категорией T скота, которая оставляется на пастбище, выпасе и в загоне (см. раздел 10.5, глава 10).

УРАВНЕНИЕ 11.6
КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ВОЗВРАЩАЕМОЕ В ПОЧВЫ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ И В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБНОВЛЕНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР / ПАСТБИЩ (УРОВЕНЬ 1)

$$F_{CR} = \sum_T \left\{ \left[Crop_{(T)} \cdot \left(Площадь_{(T)} - Площ.сож._{(T)} \cdot C_f \right) \cdot Frac_{Обновл.}_{(T)} \right] + \left[R_{AG(T)} \cdot N_{AG(T)} \cdot \left(1 - Frac_{Изыят.}_{(T)} \right) + R_{BG(T)} \cdot N_{BG(T)} \right] \right\}$$

где:

F_{CR} = годовое количество азота в растительных остатках (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур и обновления/восстановления кормовых культур и пастбищ, возвращаемое в почвы; кг N /год,

Урожай $_{(T)}$ = собранный за год урожай культуры T в расчете на сухое вещество с единицы площади; кг с.в. /га,

Площадь $_{(T)}$ = общая убранная за год площадь под культурой T ; га/год,

Площ.сож. $_{(T)}$ = выжженная за год площадь под культурой T ; га/год,

C_f = коэффициент сгорания (не имеет размерности) (см. таблицу 2.6 в главе 2),

$Frac_{Обновл.}_{(T)}$ = часть от общей площади под культурой T , которая ежегодно обновляется. Для стран, в которых пастбища обновляются в среднем через каждые X лет $Frac_{Обновл.} = 1/X$. Для однолетних культур $Frac_{Обновл.} = 1$,

$R_{AG(T)}$ = отношение надземной части остатков ($AG_{DM(T)}$) к убранным урожаю культуры T ($Сгор_{(T)}$) в расчете на сухой вес; кг с.в. / кг с.в.,

$$= AG_{DM(T)} \cdot 1000 / Сгор_{(T)} \quad (AG_{DM(T)} \text{ рассчитывается на основе информации в таблице 11.2})$$

$N_{AG(T)}$ = содержание азота в надземных остатках для культуры T ; кг N / кг с.в., (таблица 11.2),

$F_{рас\ Изъят.(T)}$ = часть надземных остатков культуры T , ежегодно изымаемая для питания, подстилки и строительства, кг N / кг N культуры. Для получения данных необходим опрос экспертов страны. При отсутствии данных $F_{рас\ Изъят.}$, следует предположить отсутствие изъятий.

$R_{BG(T)}$ = отношение подземных остатков к убранным урожаю культуры T ; кг с.в. / кг с.в. При отсутствии альтернативной информации $R_{BG(T)}$ может быть рассчитан путем умножения $R_{BG-ВЮ}$ из таблицы 11.2 на отношение суммарной надземной биомассы к урожайности ($= [(AG_{DM(T)} \cdot 1000 + Сгор_{(T)}) / Сгор_{(T)}]$), ($AG_{DM(T)}$ также рассчитывается на основе информации в таблице 11.2),

$N_{BG(T)}$ = содержание азота в подземных остатках для культуры T ; кг N / кг с.в., (таблица 11.2),

T = тип сельскохозяйственной или кормовой культуры.

УРАВНЕНИЕ 11.7
ПЕРЕВОД ДАННЫХ УРОЖАЙНОСТИ К СУХОЙ МАССЕ

$$Урожай_{(T)} = Свежесобр.урожай_{(T)} \cdot DRY$$

где:

Урожай_(T) = собранный урожай культуры T в расчете на сухое вещество; кг с.в. / га,

Свежесобр.урожай_(T) = собранный урожай культуры T (масса свежей продукции); кг свежесобранной продукции / га,

DRY = доля сухого вещества в собранном урожае T ; кг с.в. / кг свежесобранной продукции.

УРАВНЕНИЕ 11.7А
АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ F_{CR} (ИСПОЛЬЗУЯ ТАБЛИЦУ 11.2)

$$F_{CR} = \sum_T \left\{ \left[\frac{AG_{DM(T)} \cdot (Площадь_{(T)} - Площ.сожж.(T) \cdot CF) \cdot Frac_{Обновл.(T)} \cdot N_{AG(T)} \cdot (1 - Frac_{Изъят.(T)}) + R_{BG-ВЮ(T)} \cdot N_{BG(T)}}{AG_{DM(T)} \cdot (Площадь_{(T)} - Площ.сожж.(T) \cdot CF) \cdot Frac_{Обновл.(T)} \cdot N_{AG(T)} \cdot (1 - Frac_{Изъят.(T)}) + R_{BG-ВЮ(T)} \cdot N_{BG(T)}} \right] \right\}$$

F_{CR} = годовое количество возвращаемого в почвы азота в растительных остатках (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур и обновления/восстановления кормовых культур и пастбищ; кг N / год.

УРАВНЕНИЕ 11.8
КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, МИНЕРАЛИЗУЕМОГО В МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОТЕРЬ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ ИЛИ УПРАВЛЕНИИ (УРОВНИ 1 И 2)

$$F_{SOM} = \sum_{LU} \left[\left(\Delta C_{Минерал., LU} \cdot \frac{1}{R} \right) \cdot 1000 \right]$$

где:

F_{SOM} = итоговое годовое количество азота, минерализуемого в минеральных почвах в результате потерь почвенного углерода при изменении в землепользовании или управлении; кг N,

$\Delta C_{Минерал., LU}$ = среднегодовые потери почвенного углерода для каждого типа землепользования (LU); тонны С (примечание: на уровне 1 $\Delta C_{Минерал., LU}$ будет иметь одно и то же значение для

всех землепользований и систем управления. При использовании уровня 2 значение для $\Delta C_{\text{минерал., LU}}$ разукрупняется по отдельным землепользованиям и/или системам управления.

$R = C:N$ отношение для почвенного органического вещества. В ситуациях, включающих изменение землепользования от лесных площадей или пастбищ в возделываемые земли, для отношения $C:N$ может использоваться значение по умолчанию, равное 15 (диапазон неопределенности от 10 до 30), если отсутствуют более конкретные данные для этой площади. В ситуациях, включающих изменения управления на *возделываемых землях, остающихся возделываемыми землями*, может использоваться значение по умолчанию, равное 10 (диапазон от 8 до 15). Отношение $C:N$ может изменяться со временем, с изменением землепользования или практики управления. Если страны могут документировать изменения в отношении $C:N$, то тогда по временному ряду, землепользованиям или практикам управления могут использоваться различные значения для этого отношения.

LU = тип землепользования и/или системы управления.

УРАВНЕНИЕ 11.9
ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ АТМОСФЕРЫ АЗОТА, УЛЕТУЧИВШЕГОСЯ ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 1)

$$N_2O_{(ATD)}-N = [(F_{SN} \cdot \text{Frac}_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \cdot \text{Frac}_{GASM})] \cdot EF_4$$

где:

$N_2O_{(ATD)}-N$ = годовое количество N_2O-N , которое образуется в результате осаждения из атмосферы азота, улетучившегося из обрабатываемых почв, кг N_2O-N /год;

F_{SN} = годовое количество азота искусственных удобрений, внесенного в почвы, кг N/год;

Frac_{GASF} = часть азота искусственного удобрения, которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x , кг улетучившегося N / кг внесенного N (таблица 11.3);

F_{ON} = годовое количество азота в составе надлежащим образом подготовленных и внесенных в почву навоза, компоста, осадков сточных вод и других органических азотсодержащих добавок, кг N/год;

F_{PRP} = годовое количество азота мочи и помета, оставленное на пастбище, выпасе и загоне жвачными животными, кг N/год;

Frac_{GASM} = часть азота внесенных органических азотных удобрений (F_{ON}), а также азота мочи и помета, оставленных жвачными животными, (F_{PRP}), которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x , кг улетучившегося N / кг внесенного или оставленного N (таблица 11.3);

EF_4 = коэффициент выбросов для выбросов N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности, кг $N-N_2O$ / кг улетучившихся NH_3-N + NO_x-N (таблица 11.3);

УРАВНЕНИЕ 11.10
ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫМЫВАНИЯ И СТОКА АЗОТА ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ В РЕГИОНАХ, ГДЕ ПРОИСХОДИТ ВЫМЫВАНИЕ И СТОК (УРОВЕНЬ 1)

$$N_2O_{(L)}-N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot \text{Frac}_{LEACH-(H)} \cdot EF_5$$

где:

$N_2O_{(L)}-N$ = годовое количество N_2O-N , образующееся в результате вымывания и стока азотных добавок в обрабатываемые почвы в регионах, где происходит вымывание и сток, кг N_2O-N /год;

F_{SN} = годовое количество азота внесенных в почву искусственных удобрений в регионах, где происходит вымывание и сток, кг N/год;

F_{ON} = годовое количество азота в надлежащим образом подготовленных и внесенных в почву навозе, компосте, осадках сточных вод и других органических азотсодержащих добавках, в регионах, где происходит вымывание и сток, кг N/год;

F_{PRP} = годовое количество азота мочи и помета, оставленное жвачными животными, в регионах, где происходит вымывание и сток, кг N /год (из уравнения 11.5);

F_{CR} = годовое количество возвращаемого в почвы азота в растительных остатках (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур и обновления/восстановления кормовых культур и пастбищ в регионах, где происходит вымывание и сток, кг N /год;

F_{SOM} = годовое количество азота, минерализованного в минеральных почвах в связи с потерей почвенного углерода из почвенного органического вещества в результате изменений в землепользовании или управлении в регионах, где происходит вымывание и сток, кг N /год (из уравнения 11.8);

$F_{Grac_{LEACH-(H)}}$ = часть всего добавленного к обрабатываемым почвам или минерализованного в обрабатываемых почвах азота, которая теряется через вымывание и сток в регионах, где происходит вымывание и сток, кг N / кг добавок N (таблица 11.3);

EF_5 = коэффициент выбросов для выбросов N_2O от вымывания и стока азота, кг N_2O-N / кг вымываемого и стекаемого N (таблица 11.3);

УРАВНЕНИЕ 11.11

ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ АТМОСФЕРЫ АЗОТА, УЛЕТУЧИВШЕГОСЯ ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 2)

$$N_2O_{(ATD)-N} = \left\{ \sum_i (F_{SN_i} \cdot Frac_{GASF_i}) + [(F_{ON} + F_{PRP}) \cdot Frac_{GASM}] \right\} \cdot EF_4$$

где:

$N_2O_{(ATD)-N}$ = годовое количество N_2O-N , которое образуется в результате осаждения из атмосферы азота, улетучившегося из обрабатываемых почв, кг N_2O-N /год;

F_{SN_i} = годовое количество азота искусственных удобрений, внесенного в почвы при различных условиях i , кг N/год;

$Frac_{GASF_i}$ = часть азота искусственного удобрения, которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x при различных условиях i , кг улетучившегося N / кг внесенного N;

F_{ON} = годовое количество азота в составе надлежащим образом подготовленных и внесенных в почву навоза, компоста, осадков сточных вод и других органических азотсодержащих добавок, кг N /год;

F_{PRP} = годовое количество азота мочи и помета, оставленное на пастбище, выпасе и загоне жвачными животными, кг N /год;

$Frac_{GASM}$ = часть азота внесенных органических азотных удобрений (F_{ON}), а также азота мочи и помета, оставленных жвачными животными, (F_{PRP}), которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x , кг улетучившегося N / кг внесенного или оставленного N (таблица 11.3);

EF_4 = коэффициент выбросов для выбросов N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности, кг $N-N_2O$ / кг улетучившихся $NH_3-N + NO_x-N$ (таблица 11.3);

УРАВНЕНИЕ 11.12

ГОДОВЫЕ ВЫБРОСЫ CO_2 В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗВЕСТИ

$$CO_2-C \text{ Выброс} = (M_{\text{Известняк}} \cdot EF_{\text{Известняк}}) + (M_{\text{Доломит}} \cdot EF_{\text{Доломит}})$$

где:

CO_2-C Выброс = годовые выбросы углерода от внесения извести в почву; тонны C/год,

M = годовое количество кальциевого известняка ($CaCO_3$) или доломита ($CaMg(CO_3)_2$); тонны/год,

EF = коэффициент выбросов; тонн C/(тонна известняка или доломита).

УРАВНЕНИЕ 11.13
ГОДОВЫЕ ВЫБРОСЫ CO₂ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВНЕСЕНИЯ МОЧЕВИНЫ В ПОЧВУ

$$CO_2\text{-C Выброс} = M \cdot EF$$

где:

CO₂-C Выброс = годовые выбросы углерода от внесения мочевины в почву; тонны C/год,
 M = годовое количество используемой в качестве удобрения мочевины; тонны мочевины/год,
 EF = коэффициент выбросов; тонн C/(тонна мочевины).

J. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ЗАГОТОВЛЕННЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

УРАВНЕНИЕ 12.1
**ОЦЕНКА ЗАПАСА УГЛЕРОДА И ЕЖЕГОДНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЭТОГО ЗАПАСА В РЕЗЕРВУАРАХ
ЗЛМ СТРАНЫ, ПРОВОДЯЩЕЙ УЧЕТ**

Начиная с $i = 1900$ и до настоящего года, рассчитать:

$$(A) \quad C(i+1) = e^{-k} \cdot C(i) + \left[\frac{1 - e^{-k}}{k} \right] \cdot \text{Поступление}(i) \quad \text{при } C(1900) = 0.0$$

$$(B) \quad \Delta C(i) = C(i+1) - C(i)$$

Примечание: Пояснения по методике, использованной в уравнениях 12.1А для оценки разложения первого порядка, см. в работе Pingoud and Wagner (2006).

где:

i = год,

$C(i)$ = запас углерода в резервуаре ЗЛМ на начало года i ; Гг С,

k = постоянная разложения для разложения первого порядка, выраженная в единицах 1/год ($k = \ln(2) / HL$, где HL - полупериод срока службы резервуара ЗЛМ в годах. Полупериод срока службы - это количество лет, через которое происходит утеря половины имеющихся в резервуаре материалов.)

Поступление(i) = поступление в резервуар ЗЛМ в течение года i ; Гг С /год,

$\Delta C(i)$ = изменение запаса углерода в резервуаре ЗЛМ в течение года i ; Гг С /год.

УРАВНЕНИЕ 12.2
**ОЦЕНКА ЕЖЕГОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЗЛМ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ
ПОТРЕБЛЕНИЯ ВНУТРИ СТРАНЫ**

$$\text{Поступление}_{DC} = P + SFP_{IM} - SFP_{EX}$$

где:

Поступление_{DC} = углерод в годовом потреблении продукции из массивной древесины или бумажной продукции из древесины, которая заготавливается в стране, проводящей учет (т.е. из заготовок внутри страны); Гг С /год,

P = углерод в годовом производстве продукции из массивной древесины или бумажной продукции в стране, проводящей учет; Гг С /год,

SFP_{IM} и SFP_{EX} = импорт и экспорт полуобработанных лесоматериалов и бумажной продукции. Массивная древесина включает пиломатериалы, плиты и другие промышленные круглые лесоматериалы. Бумажная продукция включает бумагу и картон; Гг С /год.

УРАВНЕНИЕ 12.3**ОЦЕНКА ЕЖЕГОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЗЛМ ИЗ ЗАГОТОВОК ВНУТРИ СТРАНЫ**

$$\text{Поступление}_{DH} = P \cdot \left[\frac{IRW_H}{IRW_H + IRW_{IM} - IRW_{EX} + WCH_{IM} - WCH_{EX} + WR_{IM} - WR_{EX}} \right]$$

где:

Поступление_{DH} = углерод в годовом производстве продукции из массивной древесины или бумажной продукции из древесины, которая заготавливается в стране, проводящей учет (т.е. из заготовок внутри страны); Гг С /год.

P = углерод в годовом производстве продукции из массивной древесины или бумажной продукции в стране, проводящей учет, Гг С /год. Примечание: в производстве бумажной продукции учитываются древесные волокна и исключаются из учета недревесные волокна. Уравнение для оценки древесного волокна в бумажной продукции показано в примечании 1 к таблице 12.5.

IRW_H = заготовка промышленных круглых лесоматериалов в стране, проводящей учет. Это заготовка древесины для производства продукции из массивной древесины и бумажной продукции, включая IRW для экспорта. [Переменная ФАО называется промышленным производством круглых лесоматериалов (Industrial RW Production)]; Гг С /год.

IRW_{IM} , IRW_{EX} = соответственно импорт и экспорт промышленных круглых лесоматериалов; Гг С/год.

WCH_{IM} , WCH_{EX} = соответственно импорт и экспорт древесной щепы; Гг С /год.

WR_{IM} , WR_{EX} = соответственно импорт и экспорт древесных отходов с заводов по производству пиломатериалов; Гг С /год.

УРАВНЕНИЕ 12.4**ОЦЕНКА ЕЖЕГОДНОГО ИЗМЕНЕНИЯ В УГЛЕРОДЕ ЗЛМ НА СТО ВНУТРИ СТРАНЫ ДЛЯ ЗЛМ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАГОТОВОК ВНУТРИ СТРАНЫ**

$$\Delta CHWP SWDS_{DH} = \Delta CHWP SWDS_{DC} \cdot 1 - \frac{\text{Импорт. древесные материалы}}{\text{Произведенные древесные материалы} + \text{Импорт. древесные материалы}}$$

$$\text{Импортированные древесные материалы} = \frac{IRW_{IM} + WCH_{IM} + WR_{IM} + \text{Sawn}W_{IM} + \text{WPan}_{IM} + P\&PB_{IM} + \text{WPulp\&RecPap}_{IM}}{\text{Произведенные древесные материалы} = IRW_H}$$

$$\text{Произведенные древесные материалы} = IRW_H$$

где:

$\Delta CHWP SWDS_{DH}$ = переменная 2В = годовое изменение в углероде ЗЛМ на СТО внутри страны в случае, когда ЗЛМ происходят в результате лесозаготовок внутри страны; Гг С /год.

$\Delta CHWP SWDS_{DC}$ = переменная 1В = годовое изменение в углероде ЗЛМ на СТО в стране, проводящей учет; Гг С /год.

IRW_H и IRW_{IM} = соответственно заготовка промышленных круглых лесоматериалов в стране, проводящей учет, и импорт промышленных круглых лесоматериалов; Гг С/год.

WCH_{IM} = импорт древесной щепы; Гг С /год.

WR_{IM} = импорт древесных отходов с заводов по производству пиломатериалов; Гг С /год.

$\text{Sawn}W_{IM}$ = импорт пиломатериалов; Гг С /год.

WPan_{IM} = импорт древесных плит; Гг С /год.

$P\&PB_{IM}$ = импорт бумаги и картона; Гг С /год.

$\text{WPulp\&RecPap}_{IM}$ = импорт древесной целлюлозы и восстановленной бумаги; Гг С /год.

УРАВНЕНИЕ 12.5**ОЦЕНКА ВЫСВОБОЖДЕНИЯ УГЛЕРОДА С ПОМОЩЬЮ ПЕРЕМЕННЫХ ЗЛМ**

Для годового высвобождения углерода из запасов древесины в стране, проводящей учет

$$(A) \quad \uparrow C_{HWPDC} = H + P_{IM} - P_{EX} - \Delta C_{HWP IUDC} - \Delta C_{HWP SWDC}$$

Для годового высвобождения углерода из древесины, заготовленной в стране, проводящей учет

$$(B) \quad \uparrow C_{HWP DH} = H - \Delta C_{HWP IUDH} - \Delta C_{HWP SWDS DH}$$

УРАВНЕНИЕ 12.6**УРАВНЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ УКАЗАННЫХ В ТАБЛИЦЕ 12.5 ПЕРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВА, ИМПОРТА ИЛИ ЭКСПОРТА ДЛЯ ПЕРИОДА ДО 1961 ГОДА**

$$V_t = V_{1961} \cdot e^{[U \cdot (t-1961)]}$$

где:

V_t = годовое производство, импорт или экспорт продукции из массивной древесины или бумажной продукции для года t ; Гг С /год,

t = год,

V_{1961} = годовое производство, импорт или экспорт продукции из массивной древесины или бумажной продукции для 1961 года; Гг С /год,

U = оценочные непрерывные темпы изменения потребления промышленных круглых лесоматериалов для региона, который включал страну, проводящую учет, в период с 1900 по 1961 гг. (см. таблицу 12.3); 1/год.