

Методика подготовки проектов по увеличению поглощения и снижению выбросов парниковых газов в лесном хозяйстве

Глава 1. Общие положения

1. Настоящая Методика подготовки проектов по увеличению поглощения и снижению выбросов парниковых газов в лесном хозяйстве (далее – Методика) предназначена для подготовки проектной документации и расчета снижения выбросов и увеличения поглощений парниковых газов в результате выполнения проектов в лесном хозяйстве.

2. В настоящей Методике используются следующие термины и определения:

1) орган по валидации и верификации – орган, который выполняет валидацию и/или верификацию на соответствие согласованным критериям валидации и/или верификации;;

2) базовый уровень поглощения парниковых газов – выраженная в тоннах эквивалента двуокиси углерода величина поглощения парниковых газов за определенный период при существующих условиях эксплуатации без реализации углеродного оффсета, направленного на увеличение поглощения парниковых газов;

3) валидация – систематический, независимый и документально оформленный процесс оценки соответствия требованиям, установленным международными стандартами и законодательством Республики Казахстан, и подтверждения плана мониторинга, а также документации в рамках разработки проектов по сокращению выбросов или увеличению поглощений парниковых газов;

4) верификация - систематический, независимый и документально оформленный процесс оценки соответствия требованиям, установленным международными стандартами и законодательством Республики Казахстан, и подтверждения достоверности сведений, указанных в отчете об инвентаризации парниковых газов и в отчете о реализации проектов по сокращению выбросов или увеличению поглощений парниковых газов;

4) Дополнительность – требование к участникам проектов продемонстрировать разумным образом, что увеличение нетто-поглощения ПГ по проекту является дополнительным к тому, что имело бы место в отсутствие проекта;

5) Лесной углеродный проект – проект, направленный на увеличение поглощения и снижение выбросов парниковых газов в результате мер по управлению лесами, облесению, лесовосстановлению, выращиванию лесов, восстановлению растительного покрова, предотвращению гибели лесов и древесных насаждений;

6) Потенциал глобального потепления (ПГП) – показатель, позволяющий сравнить способность парниковых газов нагревать атмосферу по сравнению с двуокисью углерода. Данный показатель определяется решениям Конференций Сторон РКИК ООН на основе научных данных, подготовленных Межправительственной группой экспертов по изменению климата;

7) Парниковые газы (ПГ) – составляющие атмосферу Земли газообразные вещества (химические соединения) как природного, так и антропогенного происхождения, которые способны поглощать или отражать инфракрасное излучение;

8) Проектно-техническая документация – документация по проекту, направленному на увеличение поглощения и снижение выбросов парниковых газов в лесном хозяйстве, предоставляемая для валидации (детерминации) и одобрение в качестве углеродного проекта согласно действующему законодательству;

9) утечка - воздействие на выбросы или поглощение парниковых газов вне места реализации проекта, обусловленное деятельностью по проекту, но не включенное в его границы;

3. Иные термины и определения, используемые в настоящих Правилах, применяются в соответствии с законодательством Республики Казахстан.

4. К углеродным офсетам поглощения относятся следующие виды деятельности: управление лесами, облесение, лесовосстановление, выращивание лесов, восстановление растительного покрова, управление сельскохозяйственными землями.

При подготовке проектной документации рекомендуется применять положения методических руководств, одобренных РКИК ООН, в том числе Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства, разработанные Межправительственной группой экспертов по изменению климата, а также методики, одобренные Комитетами по механизму чистого развития (МЧР) и проектам совместного осуществления (ПСО) РКИК ООН для лесных проектов различных типов.

Для проектов по поглощению парниковых газов в лесном хозяйстве рекомендуется использовать консолидированные методологии, утвержденные РКИК ООН, в которых интегрированы различные элементы проектов (расчет поглощений и выбросов ПГ по углеродным пулам, разработка базовой линии, обоснование дополнительности проекта и пр.), в том числе следующие:

- Для крупномасштабных проектов – Методология AR-ACM0003 для выращивания лесов и лесовосстановления за исключением болот¹;
- Для маломасштабных проектов - Методология AR-AMS0007 для выращивания лесов и лесовосстановления за исключением болот².

При подготовке проектов рекомендуется использовать утвержденные национальные показатели для оценки величины поглощения или эмиссии парниковых газов, связанных с проектной деятельностью (при их наличии), либо международные показатели, утвержденные и рекомендованные МГЭИК и методологиями, принятыми под эгидой РКИК ООН.

Разработка и реализация углеродных офсетов поглощения осуществляется в соответствии с Правилами углеродных офсетов.

Проектная документация углеродного офсета поглощения разрабатывается по форме согласно Приложению 3 к Правилам углеродного офсета.

Глава 2. Определение базовой линии проекта

Согласно пункту 3 Проектной документация для углеродного офсета по увеличению поглощения парниковых газов Приложения 3 к правилам углеродного офсета заявитель проекта описывает Базовый сценарий.

Для описание Базового сценария требуется определить границы проекта:

Определение границ проекта

Проектная деятельность может охватывать более чем один участок земли. Каждый участок обязан быть точно определен географически. Граница определяется для каждого отдельного участка. Каждый отдельный участок может быть определен многоугольником, чтобы граница проекта была понятной и верифицируемой, для каждого угла многоугольника записываются GPS-координаты, которые затем документируются, архивируются и прилагаются к проекту. Границы проекта включают источники эмиссии ПГ, представленные в Таблице 1.

Таблица 1. Парниковые газы, учитываемые как эмиссии, отличные от изменений в углеродных пулах

Источник	Газ	Включен/ Исключен	Описание
Сжигание ископаемого топлива	CO ₂	Включен	
	CH ₄	Исключен	Возможная эмиссия незначительна
	N ₂ O	Исключен	Возможная эмиссия незначительна

¹ (Afforestation and reforestation of lands except wetlands --- Version 2.0)

² (Afforestation and reforestation project activities implemented on lands other than wetlands --- Version 3.1).

Сжигание биомассы	CO ₂	Включен	Учитывается в углеродных пулах
	CH ₄	Включен	
	N ₂ O	Включен	
Использование удобрений	CO ₂	Исключен	Отсутствует
	CH ₄	Исключен	Отсутствует
	N ₂ O	Включен	

Выбор наиболее вероятного сценария для базовой линии

Участники проекта должны определить наиболее вероятный сценарий базовой линии, используя следующий алгоритм:

1. Определить и перечислить вероятные альтернативы землепользования на землях, включенных в границы проекта (сценарий без проекта).

2. Обосновать, какой из сценариев, определенных на шаге 1, наиболее вероятный. Оценку можно произвести следующими способами:

а) общий подход: продемонстрировать, как используются схожие земли, находящиеся поблизости, финансовые и/или прочие препятствия для реализации альтернативных сценариев;

б) специально для лесопользования: применить инвестиционный анализ или анализ барьеров, показать, что без использования углеродного финансирования проект не может быть реализован;

в) специально для сельскохозяйственных земель: продемонстрировать, что земли официально отведены исключительно под нужды лесного хозяйства и это решение на ограничение хозяйственной деятельности действительно выполняется в районе проведения проекта, продемонстрировать финансовую несостоятельность альтернативной сельскохозяйственной деятельности на проектных землях.

Определение чистого запаса ПГ по базовой линии выполняется по следующему алгоритму.

Шаг 1. Определяется сумма запаса углерода по каждой страте:

– для страт без растущих деревьев сумма запаса углерода считается равной нулю по пулам наземной и подземной биомассы;

– для страт с растущими деревьями сумма запаса углерода по пулам наземной и подземной биомассы основывается на экстраполяции числа деревьев и их роста по моделям роста, аллометрическим уравнениям, по местным или национальным параметрам, или параметрам, установленным МГЭИК.

Шаг 2. Определяется сумма нетто-изменения запаса углерода по всем стратегам.

Базовая линия определяется до проекта и остается постоянной на протяжении всего периода получения углеродных единиц по проекту и, как правило, не подлежит процедуре мониторинга.

Изменения запаса углерода по базовой линии могут быть рассчитаны следующим образом:

$$\Delta C_{BSL,t} = \sum_i \sum_j \Delta C_{ij,t} \quad (1),$$

где:

$\Delta C_{BSL,t}$ – сумма изменения запаса углерода в живой биомассе деревьев для года t , тонн CO_2 ;

$\Delta C_{ij,t}$ – среднегодовое изменение запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , тонн CO_2 ;

$\Delta C_{ijbaseline,t}$ – среднегодовое изменение запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j в отсутствие проектной деятельности, тонн CO_2 ;

i – страта;

j – вид деревьев;

t – единичный отрезок времени периода кредитования.

Для страт без растущих деревьев $\Delta C_{ijbaseline,t}$ равна нулю. Для страт с редко растущими деревьями $\Delta C_{ijbaseline,t}$ рассчитывается следующими методами. Выбор метода обусловлен доступностью первичных данных.

Метод 1 (Метод углеродных выгод-потерь)

$$\Delta C_{ij,t} = (\Delta C_{G,ij,t} - \Delta C_{L,ij,t}) \quad (2),$$

где:

$\Delta C_{ij,t}$ – среднегодовое изменение запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , тонн CO_2 ;

$\Delta C_{G,ij,t}$ – среднегодовой рост запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , тонн CO_2 ;

$\Delta C_{L,ij,t}$ – среднегодовое снижение запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , тонн CO_2 .

$$\Delta C_{G,ij,t} = A_{ij} \times G_{TOTAL,ij,t} \times CF_j \frac{44}{11} \quad (3),$$

где:

$\Delta C_{G,ij,t}$ – среднегодовой рост запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , тонн CO_2 ;

A_{ij} – площадь страты i вида j , гектар;

$G_{TOTAL,ij,t}$ – среднегодовое увеличение общей сухой биомассы живых деревьев для страты i вида j , тонн сухого вещества на гектар;

CF_j – содержание углерода в виде j , тонн C ;

$44/11$ – соотношение молекулярной массы с CO_2 и углероде, безразмерно.

$$G_{TOTAL,ij,t} = G_{w,ij,t} \times (1 + R_j) \quad (4),$$

$$G_{w,ij,t} = I_{v,ij,t} \times D_j \times BEF_{1,j} \quad (5),$$

где:

$G_{TOTAL,ij,t}$ – среднегодовое увеличение общей сухой биомассы живых деревьев для страты i вида j , тонн сухого вещества на гектар;

$G_{w,ij,t}$ – среднегодовое увеличение наземной сухой биомассы живых деревьев для страты i вида j , тонн сухого вещества на гектар;

R_j – соотношение корней и побегов соответствующее росту по видам j , безразмерно;

$I_{v,ij,t}$ – среднегодовое увеличение объема товарной древесины живых деревьев для страты i вида j , м³;

D_j – базовая плотность древесины по видам j , тонн на м³;

$BEF_{1,j}$ – коэффициент разрастания биомассы для конвертации годового чистого увеличения (включая кору) в товарной древесине к увеличению общей наземной биомассы по видам j , безразмерно.

Метод 2 (Метод изменения запаса)

$$\Delta C_{ij,t} = (C_{2,ij} + C_{1,ij})/T \times \frac{44}{11} \quad (6),$$

$$C_{2,ij} = C_{AB,ij} + C_{BB,ij} \quad (7),$$

$$C_{AB,ij} = A_{ij} \times V_{ij} \times D_i \times BEF_{2,i} \times CF_j \quad (8),$$

$$C_{BB,ij} = C_{AB,ij} \times R_j \quad (9),$$

где:

$\Delta C_{ij,t}$ – среднегодовой рост запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , тонн CO₂;

$C_{2,ij}$ – совокупный запас углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , в момент времени 2, тонн С;

$C_{1,ij}$ – совокупный запас углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , в момент времени 1, тонн С;

T – количество лет между моментами 2 и 1;

$C_{AB,ij}$ – запас углерода в наземной части живой биомассы деревьев для страты i вида j , тонн С;

$C_{BB,ij}$ – запас углерода в подземной части живой биомассы деревьев для страты i вида j , тонн С;

A_{ij} – площадь страты i вида j , гектар;

V_{ij} – объем товарной древесины страты i вида j , м³ на гектар;

D_i – базовая плотность древесины по видам j , тонн на м³;

$BEF_{2,i}$ – коэффициент разрастания биомассы для конвертации годового чистого увеличения (включая кору) в товарной древесине к увеличению общей наземной биомассы по видам j , безразмерно;

CF_j – содержание углерода в виде j , тонн С;

R_j – соотношение корней и побегов соответствующее росту по видам j , безразмерно.

Моменты времени 1 и 2, для которых рассчитывается запас углерода, должны быть репрезентативными по типовому возрасту деревьев по сценарию базовой линии в период кредитования. Например, если деревья уже зрелые на начальном этапе проекта, не следует брать моменты времени 1 и 2, описывающие начальную стадию активного роста.

Методики 1 и 2 равнозначны по критериям прозрачности и консервативности. Выбор методики определяется доступными параметрами для расчета. V_{ij} и $I_{v,ij,t}$ следует рассчитывать, основываясь на количестве деревьев и национальной/местной кривой/таблице роста, которая обычно доступна в органах, осуществляющих инвентаризацию лесов. D_i , $BEF_{2,i}$, $BEF_{1,i}$, CF_j и R_j являются региональными и видоспецифическими.

Устанавливается следующий порядок (приоритет) использования данных:

- 1) существующие местные видовые спецификации;
- 2) национальные видовые спецификации (например, из национального отчета по инвентаризации ПГ);
- 3) глобальные видовые спецификации (например, GPG LULUCF).

Если информация по видовой спецификации недоступна, то следует использовать спецификацию похожего вида (форма дерева, широколиственное или хвойное и т. п.), однако руководствуясь приоритетом выбора данных, указанным выше.

Выбирая глобальные и национальные базы данных по причине неполноты местных данных, их следует подтвердить любой доступной местной информацией, что выбор значений не ведет к недооценке поглощения ПГ по базовой линии. Местные данные, используемые для подтверждения, могут быть извлечены из литературы и местных лесных инвентаризаций или получены непосредственно измерением участниками проекта, особенно для коэффициента разрастания биомассы, который сильно зависит от возраста и вида деревьев.

Следует обратить внимание на тот факт, что деревья по сценарию базовой линии не являются деревьями в лесу, следовательно, для них должны быть использованы более высокие параметры роста, нежели для деревьев в лесу.

Глава 3. Оценка поглощения парниковых газов

При выборе значений параметров и оценок участники проекта должны руководствоваться консервативным подходом, т.е. если возможны различные значения параметра, то следует выбирать такое значение, которое не ведет к завышенной оценке годового нетто-поглощения ПГ или недооценке нетто-поглощения ПГ по базовой линии.

Верифицируемые изменения запасов углерода в углеродных пулах.

Среднегодовое изменение запаса углерода в наземной и подземной биомассе живых деревьев в период между точками мониторинга для страты i и вида j ($\Delta C_{ij,project}$) следует рассчитывать, используя два метода, например, уравнениями (2) и (10).

Однако, когда применяется метод углеродных потерь-выгод для расчета среднегодового сокращения запаса углерода вследствие потерь биомассы живых деревьев для страты i и вида j ($\Delta C_{L,ij}$) следующие уравнения:

$$\Delta C_{L,ij} = L_{felling,ij} + L_{fuelwood,ij} + L_{otherloss,ij} \quad (12),$$

$$L_{felling,ij} = H_{ij} \times D_{ij} \times BEF_{2,j} \times CF_j \quad (13),$$

$$L_{fuelwood,ij} = FG_{ij} \times D_{ij} \times BEF_{2,j} \times CF_j \quad (14),$$

$$L_{otherloss,ij} = A_{disturbance,ij} \times F_{disturbance,ij} \times B_{w,ij} \times CF_j \quad (15),$$

где:

$\Delta C_{L,ij}$ – среднегодовое сокращение запаса углерода вследствие потерь биомассы живых деревьев для страты i и вида j , тонн С;

$L_{felling,ij}$ – годовые потери углерода по причине коммерческих вырубок биомассы живых деревьев для страты i и вида j , тонн С;

$L_{fuelwood,ij}$ – годовые потери углерода по причине сбора древесного топлива биомассы живых деревьев для страты i и вида j , тонн С.

Примечание: следует избегать двойного счета по показателям $L_{fuelwood,ij}$ и $L_{felling,ij}$. Сбор сухостоя и древесного мусора с подстилки к данным показателям отношения не имеет, т. к. данные углеродные пулы методологией не учитываются.

$L_{otherloss,ij}$ – годовые естественные потери углерода биомассы живых деревьев для страты i и вида j , тонн С;

H_{ij} – ежегодно получаемый объем товарной древесины для страты i и вида j , м³ в год;

D_{ij} – базовая плотность древесины по видам j , тонн на м³;

$BEF_{2,j}$ – коэффициент разрастания биомассы для конвертации годового чистого увеличения (включая кору) в товарной древесине к увеличению общей наземной биомассы по видам j , безразмерно;

CF_j – содержание углерода в виде j , тонн С;

FG_{ij} – годовой объем сбора древесного топлива с живых деревьев для страты i вида j , м³ в год;

$A_{disturbance,ij}$ – площади, затронутые нарушениями для страты i вида j , гектаров в год;

$F_{disturbance,ij}$ – доля биомассы живых деревьев для страты i вида j , затронутая нарушениями, безразмерно;

$V_{w,ij}$ – средний запас биомассы живых деревьев для страты i вида j , тонн на гектар.

Оценка выбросов парниковых газов по источникам

Проектная деятельность по облесению/лесовосстановлению может вызвать эмиссию ПГ в пределах границ проекта. Эмиссии CO₂, CH₄ и N₂O могут являться результатом следующей деятельности:

– эмиссии ПГ от сжигания ископаемого топлива для подготовки местности, прореживания и рубки леса;

– сокращение запаса углерода в живой биомассе существующей недревесной растительности, вызванное конкуренцией с выращиваемыми деревьями или подготовки местности, включая подсеку;

– эмиссии ПГ, отличных от оксида углерода, в результате сжигания биомассы для подготовки местности (подсека);

– эмиссия N₂O, вызванная использованием азотсодержащих удобрений.

Эмиссия ПГ в результате реализации проекта в пределах границ проекта рассчитывается по следующей формуле:

$$GHG_E = E_{FuelBurn} + E_{biomassloss} + E_{Non-CO_2,BiomassBurn} + N_2O_{direct-Nfertilizer} \quad (16),$$

где:

GHG_E – эмиссии ПГ в результате реализации проекта в пределах границ проекта, тонн CO₂ в год;

$E_{FuelBurn}$ – эмиссия CO₂ от сжигания ископаемого топлива в пределах границ проекта, тонн CO₂ в год;

$E_{biomassloss}$ – эмиссии CO₂ в результате сокращения запаса углерода в живой биомассе недревесной растительности, тонн CO₂ в год. Это единовременная потеря, поэтому учитывается один раз в первый точке мониторинга;

$E_{Non-CO_2,BiomassBurn}$ – эмиссии ПГ, отличных от CO₂, в результате сжигания биомассы в пределах границ проекта, тонн CO₂-эквивалента в год;

$N_2O_{\text{direct-Nfertilizer}}$ – эмиссия N_2O в результате прямого использования азота в пределах границ проекта, тонн CO_2 -эквивалента в год.

Оцениваемая конечная антропогенная абсорбция поглотителями по базовому сценарию

Эмиссия ПГ происходит при использовании техники в период подготовки земельных участков, посадки саженцев, рубки древостоем и прочей проектной деятельности. Руководство МГЭИК определяет формулу для расчета эмиссии CO_2 от сжигания ископаемого топлива:

$$E_{\text{FuelBurn}} = (CSP_{\text{diesel}} \times EF_{\text{diesel}} + CSP_{\text{gasoline}} \times EF_{\text{gasoline}}) \times 0,001(17),$$

где:

E_{FuelBurn} – эмиссия CO_2 от сжигания ископаемого топлива в пределах границ проекта, тонн CO_2 в год;

CSP_{diesel} – объем потребления дизеля, литров в год;

EF_{diesel} – эмиссия от дизеля, кг CO_2 в год;

CSP_{gasoline} – объем потребления бензина, литров в год;

EF_{gasoline} – эмиссия от бензина, кг CO_2 в год;

0,001 – коэффициент перевода килограмм в тонны CO_2 .

Участники проекта должны использовать национальные данные по эмиссии CO_2 . Если таковые недоступны, допустимо использовать стандартные значения, отраженные в Руководстве МГЭИК.

Расчет сокращения запасов углерода в живой биомассе существующей недревесной растительности

Предполагается, что вся недревесная растительность исчезнет в процессе подготовки участков или в процессе конкуренции с выращиваемыми деревьями. Это консервативное утверждение, т. к. какая-то часть растительности будет сохранена или восстановится. Потеря углерода от исчезновения недревесной растительности учитывается одновременно в период кредитования в первый период мониторинга.

$$E_{\text{biomassloss}} = \sum_i A_i + V_{\text{non-tree},i} \times CF_{\text{non-tree}} \times \frac{44}{12} \quad (18),$$

где:

$E_{\text{biomassloss}}$ – эмиссии CO_2 в результате сокращения запаса углерода в живой биомассе недревесной растительности, тонн CO_2 в год;

A_i – общая площадь страты i , гектар;

$V_{\text{non-tree},i}$ – средний запас недревесной биомассы на землях, подлежащих засадке по проекту, для страты i , тонн сухого вещества;

$CF_{\text{non-tree}}$ – содержание углерода в сухой биомассе недревесной растительности, тонн С на тонну сухого вещества;

44/12 – соотношение молекулярных масс CO₂ и углерода, безразмерно.

Расчет эмиссий ПГ от сжигания биомассы

Если для подготовки местности используется метод подсеки, то в результате выделяются ПГ, отличные от CO₂. Данный вид эмиссии можно рассчитать следующим образом:

$$E_{\text{non-CO}_2, \text{BiomassBurn}} = E_{\text{BiomassBurn, N}_2\text{O}} + E_{\text{BiomassBurn, CH}_4} \quad (19),$$

где:

$E_{\text{non-CO}_2, \text{BiomassBurn}}$ – рост эмиссии ПГ, отличных от CO₂, в результате сжигания биомассы при подсеке, тонн CO₂-эквивалента в год;

$E_{\text{BiomassBurn, N}_2\text{O}}$ – эмиссия N₂O сжигаемой при подсеке биомассы, тонн CO₂ в год;

$E_{\text{BiomassBurn, CH}_4}$ – эмиссия CH₄ сжигаемой при подсеке биомассы, тонн CO₂ в год.

$$E_{\text{biomassBurn, N}_2\text{O}} = E_{\text{biomassBurn, C}} \times (N/C^{\text{ratio}}) \times ER_{\text{N}_2\text{O}} \times \left(\frac{44}{28}\right) \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (20),$$

$$E_{\text{biomassBurn, CH}_4} = E_{\text{biomassBurn, C}} \times ER_{\text{CH}_4} \times \left(\frac{16}{12}\right) \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} \quad (21),$$

где:

$E_{\text{biomassBurn, C}}$ – потери запасов углерода в наземной биомассе в результате подсеки, тонн С в год;

N/C^{ratio} – соотношение азота к углероду, безразмерно;

44/28 – соотношение молекулярных масс N₂O и азота, безразмерно;

16/12 – соотношение молекулярных масс CH₄ и углерода, безразмерно;

$ER_{\text{N}_2\text{O}}$ – установленный МГЭИК уровень эмиссии N₂O = 0.007;

ER_{CH_4} – установленный МГЭИК уровень эмиссии CH₄ = 0.012;

$\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$ – потенциал глобального потепления для N₂O, кг CO₂-эквивалента на кг N₂O-эквивалента (значение МГЭИК – 310);

GWP_{CH_4} – потенциал глобального потепления для CH₄, кг CO₂-эквивалента на кг CH₄-эквивалента.

$$E_{\text{biomassBurn, C}} = \sum_i A_{\text{burn, } i} \times B_i \times CE \times CF \quad (22),$$

где:

$E_{\text{biomassBurn, C}}$ – потери запасов углерода в наземной биомассе в результате подсеки, тонн С в год;

$A_{\text{burn, } i}$ – площадь подсеки для страты i , гектаров в год;

B_i – средний запас наземной биомассы до сжигания для страты i , тонн сухой массы на гектар;

CE – эффективность сжигания, безразмерно, установлено МГЭИК – 0,5;

CF – доля углерода в сухой биомассе, тонн C на тонну сухого вещества.

Если определить эффективность сжигания не представляется возможным, следует использовать значение МГЭИК по умолчанию – 0,5. Соотношение азота и углерода приблизительно составляет 0,01. Это значение по умолчанию применяется к листовному мусору, при сжигании мусора с большими древесными включениями следует применять повышенный коэффициент, если таковой имеется.

Расчет эмиссий N_2O от применения азотных удобрений

$$N_2O_{\text{direct-Nfertilizer}} = [(F_{SN} + F_{ON}) \times EF_1] \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O} \quad (23),$$

$$F_{SN} = N_{SN-Fert} \times (1 - \text{Frac}_{GASF}) \quad (24),$$

$$F_{ON} = N_{ON-Fert} \times (1 - \text{Frac}_{GASM}) \quad (25),$$

где:

$N_2O_{\text{direct-Nfertilizer}}$ – прямая эмиссия N_2O в результате применения азота в пределах границ проекта, тонн CO_2 -эквивалента в год;

F_{SN} – масса синтетического азотного удобрения, скорректированная на испарение в качестве NH_3 и NO_x , тонн азота в год;

F_{ON} – годовая масса органического азотного удобрения, скорректированная на испарение в качестве NH_3 и NO_x , тонн азота в год;

$N_{SN-Fert}$ – масса синтетического азотного удобрения, тонн азота в год;

$N_{ON-Fert}$ – масса органического азотного удобрения, тонн в год;

EF_1 – коэффициент эмиссии от азотсодержащих компонентов, тонн N_2O – N к тоннам N ;

Frac_{GASF} – часть, испаряемая как NH_3 и NO_x для синтетических удобрений, безразмерно;

Frac_{GASM} – часть, испаряемая как NH_3 и NO_x для органических удобрений, безразмерно;

$44/28$ – соотношение молекулярных масс N_2O и азота, безразмерно;

GWP_{N_2O} – потенциал глобального потепления для N_2O , кг CO_2 -эквивалента на кг N_2O -эквивалента (значение МГЭИК – 310).

Согласно МГЭИК, коэффициент эмиссии составляет 1,25% от внесенной массы азота. Это значение должно применяться, если более точные коэффициенты не доступны.

Фактическое чистое поглощение ПГ

Для расчета чистого поглощения ПГ используется следующая формула:

$$\Delta C_{\text{ACTUAL}} = \sum_i \sum_j \Delta C_{ij} - \text{GHG}_E \quad (26),$$

где:

ΔC_{ACTUAL} – фактическое чистое поглощение ПГ, тонн CO₂-эквивалента в год;

ΔC_{ij} – среднегодовое изменение запаса углерода в живой биомассе деревьев для страты i вида j , тонн CO₂ в год.

GHG_E – эмиссия ПГ по источникам в пределах границ проекта в результате реализации проекта, тонн CO₂-эквивалента в год.

Глава 4. Расчет **оцениваемых** утечек

При выборе параметров проекта следует отдавать предпочтение наиболее консервативным, чтобы их применение не вело к занижению оценки утечек. Потенциальная утечка в предполагаемой проектной деятельности может быть связана со сжиганием ископаемого топлива транспортом для доставки семенного материала, инструментов, работников и продуктов леса в связи с реализацией проекта. Эмиссии CO₂ могут быть рассчитаны, согласно методике МГЭИК:

$$LK_{\text{Vehicle,CO}_2} = \sum_i \sum_j (EF_{ij} \times \text{FuelConsumption}_{ij}) / 1000 \quad (27),$$

$$\text{FuelConsumption}_{ij} = n_{ij} \times k_{ij} \times e_{ij} \quad (28),$$

где:

$LK_{\text{Vehicle,CO}_2}$ – совокупная эмиссия ПГ вследствие сжигания ископаемого топлива транспортными средствами, тонн CO₂-эквивалента в год;

I – тип транспортного средства;

J – тип топлива;

EF_{ij} – коэффициент эмиссии для транспортного средства i с топливом j , кг CO₂ на литр;

$\text{FuelConsumption}_{ij}$ – потребление топлива транспортного средства i с топливом j , литр;

n_{ij} – количество транспортных средств;

k_{ij} – пробег каждого транспортного средства i с топливом j , км;

e_{ij} – средний расход топлива транспортного средства i с топливом j , литр на км.

Следует использовать специфические для страны коэффициенты эмиссии, если таковые имеются. В случае их отсутствия следует использовать значения, представленные в Руководстве МГЭИК.

Глава 5. Ожидаемое оцениваемое повышение конечной антропогенной абсорбции поглотителями

Оцениваемое повышение конечной антропогенной абсорбции поглотителями – это фактическое чистое поглощение ПГ за минусом нетто-поглощения ПГ по базовой линии и утечек. Следующая формула используется для расчета этого показателя:

$$C_{\text{Project}} = C_{\text{ACTUAL}} - C_{\text{BSL}} - LK_{\text{Vehicle,CO}_2} \quad (29),$$

где:

C_{Project} – чистое антропогенное поглощение ПГ, тонн CO_2 -эквивалента в год;

C_{ACTUAL} – фактическое чистое поглощение ПГ, тонн CO_2 -эквивалента в год;

C_{BSL} – чистое поглощение ПГ по базовой линии, тонн CO_2 -эквивалента в год;

$LK_{\text{Vehicle,CO}_2}$ – совокупная эмиссия ПГ вследствие сжигания ископаемого топлива транспортными средствами, тонн CO_2 -эквивалента в год.

Глава 6. Мониторинг объемов нетто-поглощения ПГ

Мониторинг границ проекта и реализации проекта

В ходе мониторинга проекта необходимо продемонстрировать, что площадь земельных участков по проекту соответствует заявленной в документации площади. Для этого проводятся следующие процедуры:

– полевое обследование фактических границ проектной деятельности по каждому участку;

– измерение географических координат (широты и долготы каждого угла многоугольных участков) с использованием GPS;

– проверка соответствия фактических границ проекта с описанием в проектной документации;

– если фактическая граница проекта оказывается за пределами проектной, предоставляется дополнительная информация о выходящих за пределы проектных границ участках; решается вопрос о пригодности участка, доказывающаяся правомерность использования сценария базовой линии к этим землям. Изменения границ проекта должны быть согласованы с уполномоченным органом и утверждены в ходе реализации проекта, например, при верификации;

– расчет действительной территории каждой страты и субстраты путем обмера географических координат и использования ГИС системы.

Граница проекта подлежит периодическому мониторингу на протяжении всего периода кредитования, так как возможны случаи

обезлесивания территории проекта, и обезлесенные территории необходимо определить. Если облесение на каких-то участках происходит неэффективно, это следует задокументировать.

Для удостоверения соответствия качества посадок указанным в проекте и должного их проведения следующие процедуры должны быть проведены в течение первых трех лет посадок:

- подтвердить, что подготовка местности и почв прошла в соответствии с проектом. Если предварительно была удалена какая-либо растительность, должны быть рассчитаны выбросы (методику расчета приведена ниже);

- подтвердить, что подготовка местности и почв не вызывает долгосрочной чистой эмиссии углерода из почв;

- проверить выживаемость:

- 1) исходный уровень выживания деревьев через три месяца после посадки; следует провести повторную посадку, если уровень выживаемости составил менее 90%;

- 2) завершающая проверка проводится через три года после посадки;

- 3) проверка уровня выживаемости может быть проведена на постоянно определенных единичных участках;

- проверить количество сорняков: проверить факт, что борьба с сорняками осуществляется в соответствии с проектом;

- обследовать и проверить соответствие видового состава страт и субстрат проекту.

Практика управления лесами – важный фактор баланса ПГ по проекту, поэтому она должна подлежать мониторингу. Мониторинг охватывает следующие сферы управления лесными насаждениями:

- прореживание: конкретная местность, площадь, виды деревьев, интенсивность прореживания, объем удаленной биомассы;

- рубка: места рубки, площадь, виды деревьев, объем удаленной биомассы;

- удобрение: виды деревьев, место, количество и объем внесенных удобрений;

- проверка и подтверждение факта, что территории рубки вновь засаживаются или вновь засеваются непосредственно сразу после рубки, если применяется непосредственное лесонасаждение или засевание;

- проверка и удостоверение факта существования благоприятных условий для естественного восстановления, если земли под рубку подлежат естественному восстановлению.

Стратификация и отбор образцов для фактических расчетов

Территория проекта обычно неоднородна по микроклимату, состоянию почв и растительному покрову вкуче с различным видовым составом деревьев и возрастом лесопосадок. Поэтому необходимо стратифицировать

территорию проекта. Это позволит достичь точности измерений и мониторинга наименее затратным способом. Стратификация проектной территории в относительно однородные единицы позволит повысить точность измерений без необоснованного завышения затрат, или снизить затраты без снижения качества измерений вследствие достаточно низкой вариации внутри однородных единиц. Предварительная стратификация может быть выполнена согласно следующему алгоритму.

Шаг 1. Оценка ключевых факторов, влияющих на запас углерода в наземных и подземных пулах. Эти факторы могут включать в себя свойства почв, микроклимат, ландшафт, видовой состав деревьев на посадку, год посадки, особенности управления посадками и проч.

Шаг 2. Сбор конкретной информации по ключевым факторам из шага 1, например:

- карты и/или таблицы классификации местности;
- самые свежие аэрофотоснимки/спутниковые снимки/карты;
- типы почв, материнская порода и карты почв;
- информация по ландшафту и/или карты;
- интенсивность эрозии почв;
- прочая информация.

Источники информации могут включать в себя: архивы, записи, статистику, научные отчеты и публикации национальных, региональных, местных органов власти, учреждений и/или агентств, и научную литературу.

Шаг 3. Предварительная стратификация. Стратификация должна строиться иерархически по значимости ключевых факторов для изменения запасов углерода или по вариации ключевых факторов на территории. Только после завершения верхнего уровня стратификации следует переходить на следующий. Например, если присутствует значительное изменение климата в пределах границ проекта, стратификация может быть начата с климатических различий. Если ключевой фактор второго уровня – почва, тогда страта, полученная на первом уровне, может быть раздроблена в соответствии с вариацией почв. Лучше всего стратификацию реализовывать на базе GIS путем наложения карт вариаций ключевых факторов. В этом случае следование иерархическому порядку не требуется.

Шаг 4. Проведение дополнительного обследования по образцам разных страт, например:

- произрастающих деревьев, если таковые имеются: вид, возраст, количество, средний диаметр «на высоте груди» (DBH) и/или средняя высота деревьев на случайном участке 400 м² (как минимум, три единичных участка на страту);
- недревесной растительности: площадь покрытия и средняя высота травянистой растительности и кустарников на случайных участках площадью 4 м² (как минимум, 10 участков на страту);

- факторов местности и почв: тип почв, глубина почв, угол откоса, интенсивность эрозии почв, уровень подземных вод и проч. и отбор проб почв на проверку органического состава;

- антропогенного влияния: рекомендованное выжигание, рубка, выпас скота, сбор топлива, сбор медицинских препаратов;

- проведение анализа различий по ключевым факторам, указанным выше. Если различия велики внутри предварительно определенной страты, следует провести более тщательное полевое исследование и рассмотреть возможность стратификации, руководствуясь шагом 5.

Шаг 5. Проведение последующей стратификации, основанной на дополнительной информации шага 4, проверкой однородности предварительных страт или существенности различий между стратами. Степень однородности может отличаться у разных проектов и может основываться на размере страты, степени изменчивости окружающей природной среды и значимости различий для проекта и сценария базовой линии. Страта, внутри которой наблюдается значительная вариация по типу растительности, почвам и антропогенному воздействию, должна разделяться на две и более страт. С другой стороны, страты со сходными характеристиками должны быть объединены в одну. Отдельная страта должна значительно отличаться от прочих по расчету углерода базовой линии и проекта. Например, местность с разными видами и возрастом уже растущих деревьев должны формировать отдельные страты. Местности с более интенсивным сбором древесного топлива могут также выделяться в отдельную страту. С другой стороны, факторы местности и почв не могут гарантированно формировать отдельную страту, если базовая линия предусматривает одинаковый сценарий деградации и отсутствия антропогенного влияния, и если накопление углерода в наземной и подземной биомассе схожее в сценарии проекта.

Шаг 6. Суб-стратификация: создать субстраты для каждой страты, основываясь на видовом составе деревьев на посадку и/или на возрасте посадки, указанном в PDD.

Шаг 7. Создать карту стратификации, желательно, с использованием ГИС. ГИС будет полезна для сопоставления информации из разных источников, которая используется для определения и стратификации территории проекта. К тому же последующая стратификация будет произведена после первой точки мониторинга, т. к. вероятны изменения границ проекта, организации видового состава деревьев и года посадки относительно PDD. Например, может случиться так, что внутри одной страты расчет запасов углерода указывает на существование двух субстратов. Также, две разные страты могут быть достаточно похожими и позволят сформировать единую страту. Следующие факторы должны быть учтены при последующей стратификации:

- данные мониторинга состояния лесов и границ проекта, например, фактическая граница проекта, подготовка местности и почв, видовой состав деревьев и год посадки;

– данные мониторинга управления лесом, например, фактическое прореживание и удобрение.

Разница в изменении запаса углерода по каждой страте и субстрате после первой точки мониторинга. Страты и субстраты следует сгруппировать в одну страту, если они обладают одинаковым запасом углерода, изменением запаса углерода и пространственно сходны.

Отбор образцов.

Постоянные единичные участки используются для измерения и мониторинга изменений запасов углерода наземной и подземной биомассе. Постоянные единичные участки, как правило, считаются эффективными для статистического измерения запасов углерода лесов, т. к. обычно наблюдается высокое соответствие между последовательными наблюдениями по единичным участкам. Однако, следует убедиться, что за участками ухаживают так же, как и за прочими землями в пределах границ проекта, например, в процессе подготовки местности и подготовки почв, уничтожения сорняков, удобрения, ирригации, прореживания и проч., и эти участки не должны подлежать вырубке на весь период мониторинга. В идеале, обслуживающий проект персонал не должен знать о местоположении участков. И если применяется маркировка на местности, она должна быть незаметной.

Определение размера участка.

Количество участков зависит от видового разнообразия, точности и интервала мониторинга. В данной методике полная сумма участков (n) рассчитывается через критерий Неймана с фиксированным уровнем точности и затрат в соответствии с Венгером (1984)³:

$$n = \left(\frac{t}{E}\right)^2 \left[\sum_{h=1}^L W_h \times s_h \times \sqrt{C_h}\right] \left[\sum_{h=1}^L W_h \times s_h / \sqrt{C_h}\right] \quad (30),$$

$$n_h = n \times \frac{W_h \times s_h / \sqrt{C_h}}{\sum_{h=1}^L W_h \times s_h / \sqrt{C_h}} \quad (31),$$

где:

L – общее количество страт;

T – уровень доверительной вероятности (95%);

E – стандартная ошибка ($\pm 10\%$ от среднего);

s_h – стандартное распределение страты h ;

n_h – количество участков на страту пропорционально $W_h \times s_h / \sqrt{C_h}$;

$W_h = N_h / N$;

N – количество единичных участков по всем стратам, $N = \sum N_h$;

³ Wenger, K.F. (ed). 1984. Forestry handbook (2nd edition). New York: John Wiley and Sons.

N_h – количество единичных участков в страте h , рассчитанное отношением площади страты h к площади каждого участка;

C_h – издержки на выбор участка страты h .

Стандартное распределение каждой страты (s_h) может быть определено с использованием результатов инвентаризации леса на похожем участке, применяя объем роста или данные по биомассе деревьев. Иначе, если такие данные недоступны, может быть использовано стандартное распределение условий почв по каждой страте, т. к. условия почв – это основной фактор роста деревьев по каждой страте. Значение t с уровнем доверительной вероятности 95% приблизительно равно 2, когда количество участков превышает 30. В качестве первого шага использовать $t=2$, и если расчетное $n < 30$, то использовать новое n для получения нового t и провести перерасчет. Этот процесс может быть продолжен до тех пор, пока расчетное n не стабилизируется. Стандартная ошибка – это $\pm 10\%$ от среднего значения по каждому участку ожидаемого среднего запаса углерода в живых деревьях по участкам, которое может быть рассчитано как часть оценки фактического чистого поглощения ПГ, описанной в методике определения базовой линии.

Возможно обоснованное изменение размера единичного участка после первой точки мониторинга, основанное на разнице изменения запасов углерода по n участкам.

Произвольное расположение единичных участков

Чтобы избежать субъективного выбора расположения участков (центра участков, точек соотнесения участков, переноса центров в более «удобные» места), постоянные единичные участки должны быть размещены системно, изначально произвольно. Это может быть осуществлено с помощью GPS на месте. Географические координаты, позиция, номера страты и субстраты для каждого участка записываются и архивируются. Размер участков зависит от плотности посадок, разброс составляет от 100 м² до 1000 м² в зависимости от плотности посадки в порядке убывания плотности посадок.

Следует удостовериться, что единичные участки распределены максимально равномерно. Например, если одна страта состоит из трех географически разделенных территорий, тогда предлагается:

– разделить страту по числу участков, получив средний размер участка;

– разделить площадь каждой местности на среднюю площадь участка, применить целочисленное значение результата вычисления к этой местности, например, если деление дает 6,3 участка, тогда 6 участков приписывается этой местности, а 0,3 участка переносится в другую.

Представление данных о мониторинге осуществляется в специальном отчете, подготавливаемом на периодической основе (каждые 1-5 лет, согласно требованиям национального законодательства или применяемым

международным стандартам). Структура отчета о мониторинге, соответствующая международным требованиям, представлена ниже.

Глава 7. Особенности учета нетто-поглощения ПГ в проектах по управлению лесами

Расчет антропогенного нетто-снижения выбросов парниковых газов⁴

Расчет нетто-снижения выбросов парниковых газов для проектов управления лесами осуществляется по следующей формуле:

$$C'_{\text{net-reduction},t} = C'_{\text{baseline},t} - C'_{\text{actual},t} - C'_{\text{leakage},t} \quad (32),$$

где

$C'_{\text{net-reduction},t}$ – годовая величина нетто-снижения выбросов ПГ в году t , тонн CO₂-эквивалента;

$C'_{\text{baseline},t}$ – годовая величина выбросов ПГ по базовому сценарию в году t , тонн CO₂-эквивалента;

$C'_{\text{actual},t}$ – годовая величина выбросов ПГ по проекту в году t , тонн CO₂-эквивалента;

$C'_{\text{leakage},t}$ – годовая величина утечек в году t , тонн CO₂-эквивалента.

Данные для расчетов приводятся в тоннах CO₂-эквивалента, при этом для пересчета выбросов парниковых газов, не являющихся диоксидом углерода (в частности, метан и закись азота) применяются текущие значения коэффициентов глобального потепления (GWP), утверждаемые решениями РКИК ООН.

Учет объемов нетто-поглощения ПГ по проекту проводится на основе разработанного базового сценария (в нем часто учитывается практика выборочной рубки деревьев или другие существующие подходы к управлению лесами), обоснования дополнительности проекта, границ проекта (географических, временных границ, а также углеродных пулов, источников выбросов и поглощения ПГ, включаемых в проект).

В проектах управления лесами рекомендуется учитывать следующие углеродные пулы:

- надземная биомасса (деревья) – включается;
- надземная биомасса (иная, не деревья) – не включается;
- подземная биомасса (корни и пр.) – не включается;
- мертвая древесина – включается;
- опад – не включается;
- почва – не включается;

⁴ При подготовке данного раздела использована методология стандарта VCS - VM0011, Версия 1.0, рекомендуемая VERRA для проектов по управлению лесами.

– заготовка древесины – включается.

Источники выбросов и поглощения ПГ включают следующие категории:

– углекислый газ: деградация леса, потребление ископаемого топлива для машин и оборудования, потребление электроэнергии, коммерческая заготовка дров и древесины, прирост леса, природные воздействия (например, лесные пожары);

– метан: мертвая древесина, потребление ископаемого топлива для машин и оборудования, транспортировки, природные воздействия (например, лесные пожары);

– закись азота: потребление ископаемого топлива для машин и оборудования, транспортировки, природные воздействия (например, лесные пожары).

Оценка выбросов ПГ по базовому сценарию (базовой линии)

Расчет выбросов ПГ по базовому сценарию для проектов управления лесами осуществляется по следующей формуле:

$$C'_{\text{baseline},t} = C'_{\text{degradation},t} + C'_{\text{emission},t} \quad (33),$$

где

$C'_{\text{baseline},t}$ – годовая величина выбросов ПГ по базовому сценарию в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$C'_{\text{degradation},t}$ – годовая величина выбросов ПГ от деградации леса в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$C'_{\text{emission},t}$ – годовая величина выбросов ПГ, связанных с деятельностью по базовому сценарию, в году t , тонн CO_2 -эквивалента.

Расчет величины выбросов ПГ от деградации леса обычно учитывает несколько основных составляющих: в случае выборочной рубки (включая санитарные рубки, рубки ухода, заготовки древесины) оценивается углерод, содержащийся в порубочных остатках (как часть дополнительного объема мертвой древесины), объем углерода в заготовленной древесине, подвергающейся моментальным или долгосрочным процессам окисления, объема углерода, потерянного в результате прекращения прироста древесной биомассы, и дополнительный прирост биомассы после осуществления рубок. Расчет величины выбросов ПГ от деградации леса осуществляется по следующей формуле:

$$C'_{\text{degradation},t} = \left(C'_{\text{DWdecay},t} + C'_{\text{ltHWPoxidation},t} + C'_{\text{growth foregon},t} - C'_{\text{regrowth},t} \right) \times \frac{44}{12} \quad (34),$$

где:

$C'_{\text{degradation},t}$ – годовая величина выбросов ПГ от деградации леса в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$C'_{\text{DWdecay},t}$ – годовая величина выбросов ПГ от процессов разложения мертвой древесины в году t , тонн C ;

$C'_{\text{ItHWPoxidation},t}$ – годовая величина выбросов ПГ от моментальных или долгосрочных процессов окисления заготовленной древесины в году t , тонн C ;

$C'_{\text{growth foregon},t}$ – годовая величина выбросов ПГ в результате прекращения прироста древесной биомассы в году t , тонн C ;

$C'_{\text{regrowth},t}$ – годовая величина увеличение поглощения ПГ в результате дополнительного прироста биомассы после осуществления рубок в году t , тонн C ;

44/12 – коэффициент пересчета из тонн углерода (C) в тонны углекислого газа (CO_2).

Средняя величина объема углерода в деловой древесине на 1 га для каждой страты древесной растительности определяется на основе информации об инвентаризации лесов, при этом учитываются плотность древесины и коэффициент содержания углерода в биомассе. Расчет проводится по следующей формуле:

$$\bar{C}_{\text{merch},j,t=0} = D \times CF_{\text{wood}} \times \bar{V}_{\text{merch},j,t=0} \quad (35),$$

где:

$\bar{C}_{\text{merch},j,t=0}$ – годовая величина выбросов ПГ от деградации леса в году t для страты j (т C / га);

D – плотность древесины;

CF_{wood} – коэффициент содержания углерода в биомассе;

$\bar{V}_{\text{merch},j,t=0}$ – средний объем заготовки деловой древесины (куб м/ га).

Средняя величина углерода в деловой древесине на 1 га леса определяется по следующей формуле:

$$\bar{C}_{\text{merch},t=0} = \frac{\sum_{j=1}^J \bar{C}_{\text{merch},j,t=0} \times A_{\text{project},j,t=0}}{A_{\text{project},t=0}} \quad (36),$$

где:

$\bar{C}_{\text{merch},t=0}$ – средняя величина углерода в деловой древесине на 1 га леса до начала проекта, тонн C /гектар;

$\bar{C}_{\text{merch},j,t=0}$ – средняя величина углерода в деловой древесине для страты j на 1 га леса до начала проекта, тонн C /гектар;

$A_{\text{project},j,t=0}$ – площадь проектных лесов по каждой страте j на 1 га леса до начала проекта, гектар;

$A_{\text{project},t=0}$ – суммарная площадь проектных лесов до начала проекта, гектар.

На основе данных о среднем количестве углерода на 1 га, который будет удален из проектных лесов по базовому сценарию и общей годовой площади рубок, суммарный объем углерода в деловой древесине определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{merch},t=0} = \bar{C}_{\text{merch},t=0} \times A_{\text{NHA}_{\text{annual},t}} \quad (37),$$

где:

$C_{\text{merch},t=0}$ – суммарный объем углерода в деловой древесине до начала проекта, тонн С;

$\bar{C}_{\text{merch},t=0}$ – среднее количество углерода в деловой древесине на 1 га на начало проекта, тонн С/гектар;

$A_{\text{NHA}_{\text{annual},t}}$ – площадь заготовок на проектной территории в году t , гектар.

Суммарный ежегодный объем углерода в наземной биомассе рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{\text{AGB}_{\text{gstock},t}} = \bar{C}_{\text{AGB}_{\text{gstock},t=0}} \times A_{\text{NHA}_{\text{annual},t}} \quad (38),$$

где:

$C_{\text{AGB}_{\text{gstock},t}}$ – суммарный объем углерода в наземной биомассе древесины в году t , тонн С;

$\bar{C}_{\text{AGB}_{\text{gstock},t=0}}$ – среднее количество углерода в наземной биомассе древесины на 1 га на начало проекта, тонн С/гектар;

$A_{\text{NHA}_{\text{annual},t}}$ – площадь заготовок на проектной территории в году t , гектар.

Расчет нетто-выбросов углерода по пулу мертвой древесины осуществляется по следующей формуле:

$$C_{\text{DW}_{\text{decay},t}} = f \left(C_{\text{DW}_{\text{in},t}^{k_{\text{decay}}}} \right) \quad (39),$$

где:

$C_{\text{DW}_{\text{decay},t}}$ – ежегодный объем эмиссии углерода из пула мертвой древесины в году t , тонн С;

$C_{DW_{in,t}}$ – ежегодный объем увеличения углерода в пуле мертвой древесины в году t , тонн С;

k_{decay} – коэффициент, отражающий скорость деградации в пуле мертвой древесины.

Увеличение углерода в пуле мертвой древесины рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{DW_{in,t}} = C_{RSD_t} + C_{branch_{trim,t}} \quad (40),$$

где:

$C_{DW_{in,t}}$ – увеличение углерода в пуле мертвой древесины в году t , тонн С;

C_{RSD_t} – ежегодный объем углерода в биомассе поврежденной древесины на территории проекта в году t , тонн С;

$C_{branch_{trim,t}}$ – ежегодный объем углерода в биомассе вновь образованных древесных отходов на территории проекта в году t , тонн С.

Годовой объем углерода в биомассе поврежденной древесины на территории проекта определяется по следующей формуле:

$$C_{RSD,t} = f_{RSD} \times C_{merch,t} \quad (41),$$

где:

$C_{RSD,t}$ – объем углерода в биомассе поврежденной древесины на территории проекта в году t , тонн С;

f_{RSD} – доля поврежденной древесины в объеме углерода заготовленной древесины на территории проекта в году t ;

$C_{merch,t}$ – ежегодный объем углерода в биомассе заготовленной деловой древесины на территории проекта в году t , тонн С.

Годовой объем углерода, дополнительно поступающего в пул мертвой древесины в результате заготовки древесины (ветки, кора и др.) на территории проекта определяется по следующей формуле:

$$C_{branch_{trim,t}} = f_{branch_{trim}} \times C_{merch,t} \quad (42),$$

где:

$C_{branch_{trim,t}}$ – объем углерода, дополнительно поступающего в пул мертвой древесины на территории проекта в году t , тонн С;

$f_{\text{branch}_{\text{trim}}}$ – доля биомассы обрезков, веток в надземной биомасса заготовленной древесины на территории проекта, которая поступает в пул мертвой древесины;

$C_{\text{merch},t}$ – ежегодный объем углерода в биомассе заготовленной древесины на территории проекта в году t , тонн С.

Годовой объем углерода, который остается в пуле мертвой древесины, для каждого года рассчитывается по следующей формуле:

$$F_{\text{DW}_{\text{remain}},t} = e^{-k_{\text{decay}} \times t} \quad (43),$$

где:

$F_{\text{DW}_{\text{remain}},t}$ – доля углерода, который остается в пуле мертвой древесины на территории проекта в году t ;

$e^{-k_{\text{decay}} \times t}$ – скорость разрушения пула мертвой древесины (в результате процессов гниения и пр.);

t – год после начале реализации проекта.

Суммарный объем углерода, накопленного в пуле мертвой древесины, рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{\text{DW}_{\text{pool}},t} = \sum_{t=1}^{t^*} F_{\text{DW}_{\text{remain}},t} \times C_{\text{DW}_{\text{in}},t} \quad (44),$$

где:

$C_{\text{DW}_{\text{pool}},t}$ – суммарный объем углерода, накопленного в пуле мертвой древесины на территории проекта в году t , тонн С;

$F_{\text{DW}_{\text{remain}},t}$ – доля углерода, который остается в пуле мертвой древесины на территории проекта в году t ;

$C_{\text{DW}_{\text{in}},t}$ – объем углерода, накопленного в пуле мертвой древесины на территории проекта в году t , тонн С.

Суммарный объем выбросов углерода из пула мертвой древесины рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{\text{DW}_{\text{out}},t} = \sum_{t=1}^{t^*} C_{\text{DW}_{\text{in}},t} - C_{\text{DW}_{\text{pool}},t} \quad (45),$$

где:

$C_{\text{DW}_{\text{out}},t}$ – суммарный объем выбросов углерода из пула мертвой древесины в году t , тонн С;

$C_{DW_{pool,t}}$ – суммарный объем углерода, накопленного в пуле мертвой древесины на территории проекта в году t , тонн С;

$C_{DW_{in,t}}$ – объем углерода, накопленного в пуле мертвой древесины на территории проекта в году t , тонн С.

Окончательный расчет годового (не суммарного) объема выбросов углерода из пула мертвой древесины, который рассматривается как часть базового сценария (базовой линии) выбросов ПГ, рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{DW_{decay,t}} = C_{DW_{out,t}} - C_{DW_{out,t-1}} \quad (46),$$

где:

$C_{DW_{decay,t}}$ – годовой объем выбросов углерода из пула мертвой древесины в году t , тонн С;

$C_{DW_{out,t}}$ – суммарный объем выбросов углерода из пула мертвой древесины в году t , тонн С;

$C_{DW_{out,t-1}}$ – суммарный объем выбросов углерода из пула мертвой древесины в году $t-1$, тонн С.

Нетто-выбросы ПГ от пула заготовленной древесины (и продуктов, произведенных из нее)

Эта часть выбросов ПГ по базовому сценарию учитывает объем углерода, сохраненного в пуле древесных продуктов, который обычно разделяется на две составляющие: долгосрочный (период полураспада накопленного углерода более 30 лет) и краткосрочный (период полураспада накопленного углерода не более 2 лет) пулы.

Основной подход к определению выбросов в результате окисления древесных продуктов из заготовленной на территории проекта древесины базируется на следующей формуле:

$$C_{ItHWP_{oxidation,t}} = C_{ItHWP_{residues,t}} + C_{ItHWP_{net-out,t}} \quad (47),$$

где:

$C_{ItHWP_{oxidation,t}}$ – годовой объем выбросов углерода в результате моментального и долгосрочного окисления древесных продуктов в году t , тонн С;

$C_{ItHWP_{residues,t}}$ – годовой объем выбросов углерода в результате моментального окисления древесных продуктов в году t , тонн С;

$C_{ItHWP_{net-out}^t}$ – годовой объем нетто-выбросов углерода в результате долгосрочного окисления древесных продуктов в году t , тонн С.

Выбросы ПГ от древесных отходов, полученных в процессе производства продуктов переработки леса, рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{ItHWP_{residues}^t} = \bar{C}_{merch,p,t} \times (1 - f_{lumber_{recovery}}) \times A_{NHA_{annual}^t} \quad (48),$$

где:

$C_{ItHWP_{residues}^t}$ – годовой объем выбросов углерода в результате моментального окисления древесных продуктов в году t , тонн С;

$\bar{C}_{merch,p,t}$ – средний объем углерода в заготавливаемой древесине на 1 га для древесного продукта p (например, лесопильной продукции) в году t , тонн С/гектар;

$f_{lumber_{recovery}}$ – коэффициент пересчета заготовленной древесины в древесную продукцию;

$A_{NHA_{annual}^t}$ – годовая площадь заготовки древесины на территории проекта в году t , гектар.

Доля углерода, который сохраняется в долгосрочном пуле древесных продуктов, рассчитывается по следующей формуле:

$$F_{ItHWP_{remain}} = e^{-k_{ItHWP_{ox}} \times t} \quad (49),$$

где:

$k_{ItHWP_{ox}}$ – скорость окисления в долгосрочном пуле древесных продуктов;

t – год после начала реализации проекта.

Согласно Руководству МГЭИК (2006), по умолчанию можно использовать значение ежегодного окисления для долгосрочного пула древесных продуктов, равного 2%.

Объем углерода в долгосрочном пуле древесных продуктов, рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{ItHWP_{pool}^t} = \sum_t^{t-1} (F_{ItHWP_{remain}^t} \times C_{ItHWP_{in}^t}) \quad (50),$$

где:

$C_{ItHWP_{pool}^t}$ – суммарный объем углерода в долгосрочном пуле древесных продуктов, тонн С;

$F_{\text{ltHWP}_{\text{remain},t}}$ – доля углерода, остающегося в долгосрочном пуле древесных продуктов в году t ;

$C_{\text{ltHWP}_{\text{in},t}}$ – накопленный объем углерода, остающийся в долгосрочном пуле древесных продуктов в году t , тонн С.

Суммарный объем выбросов углерода из долгосрочного пула древесных продуктов, рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{\text{ltHWP}_{\text{out},t}} = \sum_{t=1}^{t-1} C_{\text{ltHWP}_{\text{in},t}} - C_{\text{ltHWP}_{\text{pool},t}} \quad (51),$$

где:

$C_{\text{ltHWP}_{\text{out},t}}$ – суммарный объем выбросов углерода из долгосрочного пула древесных продуктов, тонн С;

$C_{\text{ltHWP}_{\text{in},t}}$ – годовой объем углерода, добавленный в долгосрочный пул древесных продуктов в году t , тонн С;

$C_{\text{ltHWP}_{\text{pool},t}}$ – суммарный объем углерода в долгосрочном пуле древесных продуктов, тонн С.

Годовой объем углерода, остающегося в долгосрочном пуле древесных продуктов, рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{\text{ltHWP}_{\text{net}_{\text{out},t}}} = C_{\text{ltHWP}_{\text{out},t}} - C_{\text{ltHWP}_{\text{out},t-1}} \quad (52),$$

где:

$C_{\text{ltHWP}_{\text{net}_{\text{out},t}}}$ – объем углерода, остающегося в долгосрочном пуле древесных продуктов в году t , тонн С;

$C_{\text{ltHWP}_{\text{out},t}}$ – суммарный объем углерода в долгосрочном пуле древесных продуктов в году t , тонн С;

$C_{\text{ltHWP}_{\text{out},t-1}}$ – суммарный объем углерода в долгосрочном пуле древесных продуктов в году $t-1$, тонн С.

Увеличение поглощения углерода за счет прироста после проведения селективных рубок

Расчет увеличения запаса углерода после рубок (ухода, санитарных, заготовки древесины и пр.) базируется на следующей формуле:

$$C_{\text{regrowth},t} = (\bar{G}_{\text{regrowth},t} \times CF_{\text{AGB}}) \times \sum_{t=1}^{t-1} A_{\text{NHA}_{\text{annual},t}} \quad (53),$$

где:

$C_{\text{regrowth},t}$ – годовое увеличение запаса углерода в биомасса в результате прироста древесины после проведения рубок в году t , тонн С;

$\bar{G}_{\text{regrowth},t}$ – средний прирост надземной биомассы на 1 гектар/год в году t ;

CF_{AGB} – доля углерода в надземной биомассе деревьев;

$A_{\text{NNA}_{\text{annual},t}}$ – годовая площадь заготовки древесины на территории проекта в году t , гектар.

Выбросы ПГ в результате деятельности по базовому сценарию

Выбросы ПГ по базовому сценарию обычно включают эмиссии от потребления топлива для выполнения мер по управлению лесом, выборочной заготовки древесины, проведения рубок ухода, санитарных рубок и т. п.

Расчет общих выбросов ПГ производится путем суммирования объемов эмиссии ПГ от всех источников выбросов, согласно следующей формуле:

$$C'_{\text{emissions},t} = E_{\text{harvest},t} + E_{\text{onsiteprep},t} + E_{\text{hauling},t} + E_{\text{transport},t} + E_{\text{processing},t} + E_{\text{distribution},t} \quad (54),$$

где:

$C'_{\text{emissions},t}$ – годовые общие выбросы углерода от деятельности по базовому сценарию в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{\text{harvest},t}$ – годовая эмиссия углерода от заготовки древесины в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{\text{onsiteprep},t}$ – годовая эмиссия углерода от подготовки площадок для заготовки древесины в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{\text{hauling},t}$ – годовая эмиссия углерода от вывозки древесины в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{\text{transport},t}$ – годовая эмиссия углерода от транспортировки древесины на место переработки и использования в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{\text{processing},t}$ – годовая эмиссия углерода от потребления электроэнергии на месте переработки древесины в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{\text{distribution},t}$ – годовая эмиссия углерода от транспортировки древесной продукции на места дальнейшего использования в году t , тонн CO_2 -эквивалента.

Расчет выбросов от сжигания топлива (нефтепродуктов, природного газа в различных видах) производится по следующей формуле:

$$E_{\text{fuel}} = FC_{\text{fuel}} \times EF_{\text{fuel}} \times V \quad (55),$$

где:

E_{fuel} – годовой объем выбросов в году t , тонн CO_2 -эквивалента;
 FC_{fuel} – потребление топлива для выполнения операций в году t , $кг/м^3$;
 EF_{fuel} – коэффициент выбросов ПГ, тонн CO_2 -эквивалента/кг топлива;
 V – объем древесины, с которой выполняются операции в году t , $м^3$.

Расчет выбросов ПГ от потребления электроэнергии производится по следующей формуле:

$$E_{el} = O_{el} \times EF_{el} \quad (56),$$

где:

E_{el} – годовой объем выбросов ПГ от потребления электроэнергии в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

O_{el} – потребление электроэнергии в году t , кВт-ч;

EF_{el} – коэффициент выбросов ПГ на 1 кВт-ч, тонн CO_2 -эквивалента/кВт-ч.

Определение выбросов ПГ по проекту

Реализация проекта связана с возникновением эмиссий ПГ. В методологии VCS предлагается учитывать такие источники, как потребление ископаемого топлива, электрической энергии, природные воздействия (лесные пожары), нелегальная рубка. Расчет выбросов ПГ проводится по следующей формуле:

$$C'_{actual,t} = E_{projplan,t} + E_{design,t} + E_{monitoring,t} + \left[(C_{natdisturb,t} + C_{illegalharvest,t}) \times \frac{44}{12} \right] \quad (57),$$

где:

$C'_{actual,t}$ – эмиссия ПГ от деятельности по проекту в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{projplan,t}$ – эмиссия ПГ от деятельности по управлению и планированию проекта в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{design,t}$ – эмиссия ПГ от деятельности по поездкам для разработки и запуска проекта в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$E_{monitoring,t}$ – эмиссия ПГ от деятельности по мониторингу проекта в году t , тонн CO_2 -эквивалента;

$C_{natdisturb,t}$ – потери углерода от природных воздействий в году t , тонн С;

$C_{illegalharvest,t}$ – потери углерода от нелегальных рубок в году t , тонн С;

$44/12$ – коэффициент пересчета из тонн углерода (С) в тонны углекислого газа (CO_2).

Расчет отдельных показателей проводится аналогично представленным выше формулам. Дополнительно следует учитывать, что помимо CO₂ при лесных пожарах происходят эмиссии метана и закиси азота, которые могут иметь существенное значение при оценке суммарных эмиссий по проекту (поскольку имеют большие коэффициенты глобального потепления по сравнению с CO₂).

Утечки

Оценка и управление утечками в проекте необходима для уточнения показателей выбросов и поглощения ПГ. Утечки могут быть связаны с двумя основными источниками: 1) эмиссии углерода в результате деградации лесов при изменении деятельности, которую следует отнести к базовому сценарию (например, не включение древесной продукции, производимой на территории проекта, в границы проекта); 2) выбросы от «рыночных» утечек, когда проект оказывает влияние на спрос и предложение древесных продуктов (и, возможно, услуг).

Расчет утечек проводится по следующей формуле:

$$C'_{leakage,t} = (CL_{activityshifting,t} + CL_{market,t}) \times \frac{44}{12} + CL_{emissions,t} \quad (58),$$

где:

$C'_{leakage,t}$ – эмиссия ПГ, связанная с утечками, в году t, тонн CO₂-эквивалента;

$CL_{activityshifting,t}$ – эмиссии ПГ в результате деградации лесов при изменении деятельности в году t, тонн C;

$CL_{market,t}$ – эмиссия ПГ от «рыночных» утечек в году t, тонн C;

$CL_{emissions,t}$ – эмиссия ПГ от переноса деятельности по базовому сценарию на другие земельные участки, управляемые заявителем проекта, в году t, тонн CO₂-эквивалента;

44/12 – коэффициент пересчета из тонн углерода (C) в тонны углекислого газа (CO₂).

Объем эмиссий ПГ, связанных с утечками, включает в расчет итоговых показателей выбросов ПГ и нетто-поглощения по проекту согласно формуле 32.

Приложение 1
к Методике подготовки
проектов по увеличению
поглощения и снижению
выбросов парниковых газов
в лесном хозяйстве

Коэффициенты преобразования и разрастания биомассы по умолчанию,
тонны биомассы/(м³ объема древесины)

VCEF для разрастания объема товарного древостоя до надземной древесины (VCEFS), для преобразования валового годового приращения (VCEFI) и для преобразования объема изымаемой древесины и топливной древесины в изъятие надземной биомассы (VCEFR)

Климатическая зона	Тип леса	VCEF	Объем древостоя (м ³)				
			≤20	21-40	41-100	100-200	≥200
Умеренная	Твердолиственные	VCEFS	3,0	1,7	1,4	1,05	0,8
		VCEFI	(0,8-4,5)	(0,8-2,6)	(0,7-1,9)	(0,6-1,4)	(0,55-1,1)
		VCEFR	1,5	1,3	0,9	0,6	0,48
			3,33	1,89	1,55	1,17	0,89
	Сосны	VCEFS	1,8 (0,6	1,0	0,75	0,7	0,7
		VCEFI	- 2,4)	(0,65-	(0,6-	(0,4-	(0,4-
		VCEFR	1,5	1,5)	1,0)	1,0)	1,0)
			2,0	0,75	0,6	0,67	0,69
	Прочие хвойные	VCEFS	3,0	1,4	1,0	0,75	0,7
		VCEFI	(0,7-4,0)	(0,5-2,5)	(0,5-1,4)	(0,4-1,2)	(0,35-0,9)
		VCEFR	1,0	0,83	0,57	0,53	0,60
			3,33	1,55	1,11	0,83	0,77
Саксауловые	VCEFS						
	VCEFI						
	VCEFR						

