

Утверждаю
Министр охраны
окружающей среды
Республики Казахстан
от « » 2010 г. №

**Система нормативных документов по охране окружающей среды
Руководящий нормативный документ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ И ПОГЛОЩЕНИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ
ПАСТБИЩНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

*Исполнитель: РГП «КазНИИЭК» МООС РК
Заказчик: Министерство охраны окружающей
среды Республики Казахстан*

Астана 2010

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
1. Общие положения	3
1.1. Пастбища, остающиеся пастбищами	5
1.1.1. Биомасса	6
1.1.1.1. Выбор коэффициентов выбросов/поглощений	8
1.1.1.2 Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2 для оценки изменения запасов углерода в биомассе	9
1.1.2 Мертвое органическое вещество	13
1.1.2.1 Выбор коэффициентов выбросов/поглощений	15
1.1.2.2 Этапы расчетов для уровня 1и уровня 2	15
1.1.3 Почвенный углерод.....	16
1.1.3.1 Выбор коэффициента изменений запасов и выбросов	21
1.1.3.2 Этапы расчетов для уровня 1	22
1.1.4 Выбросы иных, чем CO ₂ , парниковых газов, образующиеся при сжигании биомассы.....	24
1.1.4.1 Выбор коэффициентов выбросов	28
1.1.5 Оценка неопределенностей	29
1.2 Земли, переустроенные в пастбища	31
1.2.1 Биомасса	34
1.2.1.1 Выбор коэффициентов выбросов/поглощений	38
1.2.1.2 Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2	40
1.2.2 Мертвое органическое вещество	43
1.2.2.1 Выбор коэффициентов выбросов/поглощений	46
1.2.3 Почвенный углерод.....	49
1.2.3.1 Выбор коэффициентов изменений запасов и выбросов	50
1.2.3.2. Этапы расчетов для уровня 1	51
1.2.4 Выбросы иных, чем CO ₂ , парниковых газов, образующиеся при сжигании биомассы.....	52
1.2.4.1 Выбор коэффициентов выбросов	53
1.2.5 Оценка неопределенностей	53

1. Общие положения

Для пастбищ, остающихся пастбищами, расчеты выбросов и поглощений углерода основаны на оценке влияния изменений в практике управления на запасы углерода. **Для земель, переустроенных в пастбища, расчеты выбросов и поглощений углерода основываются на оценке влияния замены одного типа растительности пастбищной растительностью.** При отсутствии данных, позволяющих разделить территорию пастбищ на пастбища, остающиеся пастбищами, и земли, переустроенные в пастбища, по умолчанию все пастбища относят к категории пастбищ, остающихся пастбищами.

Данные о деятельности состоят из данных о площадях для пастбищ, остающихся пастбищами, и охватывают основные типы пастбищ, практики хозяйствования и режимы возмущений. Суммарные площади пастбищ должны соответствовать площадям резервуаров для которых проводятся расчеты. Оценка изменений запасов углерода в пастбищах упрощается, если информацию по умолчанию используют вместе с национальными данными о почвах и климате, кадастрами растительности и другими биофизическими данными.

Системы пастбищных угодий классифицируются в соответствии с практикой хозяйствования, влияющей на накопление почвенного углерода. К практикам хозяйствования, которые увеличивают поступления углерода в почву и запасы почвенного органического углерода относятся ирригация, внесение удобрений, известкование, внесение органических удобрений, более продуктивные виды трав и присваивается улучшенный статус со средними или высокими поступлениями в зависимости от уровня улучшения.

К практикам хозяйствования, снижающим поступления углерода и накопление почвенного органического углерода, относится длительное чрезмерное стравливание и присваивается деградированный статус относительно номинально управляемых сеянных пастбищ или естественных пастбищ, которые не являются ни улучшенными, ни деградированными. Эти практики используются для категоризации систем хозяйствования/управления и последующей оценки изменений в запасах почвенного органического углерода.

Категоризации систем хозяйствования/управления проводится в соответствии с коэффициентами изменений запасов по умолчанию уровня 1 и далее усовершенствуется для подходов уровней 2 и 3.

Основные типы данных о деятельности по землепользованию:

- i) обобщенные статистические данные (подход 1),
- ii) данные с подробной информацией по переустройствам землепользования, но без конкретной географической привязки (подход 2) и
- iii) данные с информацией по переустройству землепользования и точной географической привязкой (подход 3), основанные на выборочных точках кадастры землепользования и управления, образующие статистически обоснованную модель земельных площадей страны.

Данные о деятельности по управлению служат дополнением к данным по землепользованию, предоставляя информацию для классификации систем управления, например, плотность поголовья, использование удобрений, ирригация и т.д. Эти данные служат источником обобщенных статистических данных (подход 1) или информации о подробных изменениях в управлении (подходы 2 или 3).

Эффективная практика заключается в присвоении пастбищным угодьям, соответствующих общих видов деятельности по управлению (т.е. деградированные, естественные или улучшенные) или конкретных видов деятельности по управлению

(например, внесение удобрения или интенсивность выпаса). Карты деградации почвы служат источником информации для разбивки пастбищ в соответствии с системами управления. Важным источником информации по практикам управления являются знания экспертов, которая является эффективной практикой.

Национальные кадастры землепользования и ресурсов, основанные на повторных исследованиях некоторых участков, являются источником данных о деятельности и используются в подходах 2 или 3 и имеют преимущество перед обобщенными статистическими данными о пастбищах и землепользовании (подход 1). Данные временных рядов ассоциируются с конкретной системой управления пастбищами, а тип почвы, связанный с конкретным местоположением, определяется путем выборки или соотнесения соответствующего местоположения с подходящей картой почвы. Выбранные на основе статистической схемы точки для кадастра позволяют провести оценки изменчивости, связанной с данными о деятельности, которую используют в качестве части формального анализа неопределенности..

Данные о деятельности также требуют разбивки площадей по типам климата и почвы. Для подходов уровня 2 необходима подробная разбивка систем управления. Это позволит в дальнейшем подразделить пастбищных систем (т.е. умеренно деградированные, сильно деградированные, номинальные и улучшенные) и классы поступлений (средние и высокие поступления). Эффективная практика заключается в дальнейшем подразделении классов по умолчанию на основе эмпирических данных, показывающих различия в накоплениях почвенного органического углерода среди предложенных категорий. Подходы уровня 2 также могут включать более подробную стратификацию климатических регионов и типов почв.

Для применения кадастра, основанного на динамических моделях и/или на данных непосредственных измерений, на уровне 3, требуются более подробные по сравнению с методами уровней 1 и 2 сведения о данных, касающихся климата, почвы, топографии и управления. Но конкретные требования будут зависеть от используемой модели или схемы измерений.

Пастбища на органических почвах не классифицируются по системам управления в соответствии с допущением, что дренаж стимулирует окисление органического вещества примерно с той же скоростью после создания аэробных условий независимо от применяемых систем управления. Однако необходимо стратифицировать управляемые пастбища по типам почв и климатическим регионам. Подходы уровня 2 включают стратификацию систем управления. Сюда входят разделение пастбищных систем, например, по классам дренажа. Подходы уровня 2 могут включать более подробную стратификацию климатических регионов.

Подходы уровня 3 для органических почв включают более подробные по сравнению с методами уровней 1 и 2 данные, касающиеся климата, почвы, топографии и управления, но при этом точные требования будут зависеть от используемой модели или схемы измерений.

При оценке выбросов иных, чем CO₂, парниковых газов, образующиеся при сжигании биомасс единственными необходимыми данными о деятельности для метода уровня 1 являются площади пастбищ, остающихся пастбищами, на которых производилось сжигание биомассы. При отсутствии национальных данных по выжженным площадям используются данные карт глобальных пожаров. Однако глобальные продукты по пожарам представляют только часть от общего числа пожаров, происходящих во времени и пространстве, вследствие ограничений, присущих спутниковым датчикам, которые являются источниками данных глобальных карт. В качестве альтернативы можно оценивать выжженные за год площади путем умножения площади пастбищных угодий на данной территории на оцениваемую долю выжженных за год пастбищ и распределения оцененной таким образом площади между пастбищами,

остающимися пастбищами, и пастбищами, переустроенными в другие землепользования. Уровень 2 расширяет возможности уровня 1 путем включения более детализированных данных по площадям, подвергшимся выжиганию биомассы. Здесь используются национальные оценки выжигаемых площадей. Для оценки общих выжженных площадей должны использоваться различные источники данных, имеющие в общем случае различные стратегии выборки. Кроме того, оцениваемые выжженные площади должны сравниваться с выжженными площадями с контрольными наборами данных.

Для уровня 3 требуются данные о деятельности высокого разрешения, с детализацией от субнационального масштаба до масштаба мелкой сетки. Как и в случае с уровнем 2, площадь пастбищ должна стратифицироваться по конкретным типам растительности и подкатегориям, которые используются в моделях. По возможности используются оценки площадей, четко определенных в пространстве, с тем, чтобы полностью охватить пастбища и не допустить переоценки или недооценки площадей. Более того, оценочные значения четко определенных в пространстве площадей могут быть соотнесены с местными значениями выбросов и темпами горения, что будет содействовать повышению точности оценок. Использование основанных на процессах моделей должно обеспечить более точную оценку выжигаемой площади, если результаты подтверждаются полевыми измерениями. Для целей проверки достоверности требуются достаточно репрезентативные данные измерений.

1.1. Пастбища, остающиеся пастбищами

К категории пастбищ, остающимися пастбищами, относятся управляемые пастбища, всегда занятые травянистой растительностью и использовались в качестве пастбищ, а также категории земель, переустроенные в пастбища более 20 лет назад. Разработка кадастра парниковых газов для категории землепользования пастбищ, остающихся пастбищами (G_G), основана на оценки изменений запасов углерода для следующих углеродных резервуаров:

- надземная и подземная биомасса;
- валежная древесина и подстилка;
- органическое вещество почвы ; и
- выбросы иных, чем CO_2 , газов.

Основные источники выбросов и поглощений парниковых газов в данной категории связаны с управлением пастбищами и изменениями в управлении. Изменение запасов углерода в пастбищах, остающихся пастбищами, оценивается как сумма изменений во всех резервуарах с помощью уравнения 1.1.

Уравнение 1.1.

Годовые изменения запасов углерода для какого-либо заданного слоя категории землепользования

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

где:

ΔC_{LUi} - 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

1.1.1. Биомасса

На запасы углерода в постоянных пастбищах оказывают влияние: деятельность человека и стихийные возмущения, включая: заготовка древесной биомассы, деградация пастбищ, выпасы скота, пожары, восстановление, управление пастбищами и другие явления оказывают влияние на запасы углерода в постоянных пастбищах. Годовое производство биомассы на пастбищах может быть значительным, но в результате быстрого оборота и потерь из-за выпаса скота и пожаров, ежегодного старения травянистой растительности, существующие запасы надземной биомассы на многих пастбищах редко превышают несколько тонн на гектар. Крупные количества могут накапливаться в древесном компоненте растительности, в биомассе корней и в почвах. На степень увеличения или уменьшения запасов углерода в каждом из этих резервуаров влияют практика управления.

При использовании подхода уровня 1 принимается допущение об отсутствии изменений в биомассе пастбищ, остающихся пастбищами. На пастбищах, где нет изменений в типе и интенсивности управления, биомасса будет находиться в неизменном состоянии (т.е. накопления углерода при росте растений уравниваются потерями в результате выпаса, разложения и пожаров). На тех пастбищах, где происходят изменения в управлении (например, внедрение лесопастбищных систем, удаление деревьев/кустарников для использования пастбищ, улучшение управления пастбищами или другие практики), изменения запасов углерода может быть значительным.

Уровень 2 позволяет оценить изменения в биомассе, связанные с практикой управления. Для оценки изменений запаса углерода в биомассе предлагаются **методы поступлений-потерь и разности запасов.**

Метод поступлений-потерь (см. уравнение 1.2.) включает оценку площади пастбищных угодий по категориям управления, а также среднегодового прироста и потерь запасов биомассы. Здесь необходима оценка площади под пастбищами, остающимися пастбищами, в соответствии с климатическими или экологическим зонам, типами пастбищ, режиму возмущений, режиму управления или другим факторам, влияющим на резервуары углерода биомассы и прирост или потери биомассы соответственно различным типам пастбищ.

Уравнение 1.2

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 1.1, относящихся к надземной и подземной биомассе) для каждой подкатегории земли с учетом по всей площади; тонны C/год,

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

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

Метод разности запасов (см. уравнение 1.3): Метод разности запасов включает оценку площади пастбищных угодий и запасов биомассы в два момента времени t_1 и t_2 . Этот

метод оправдан для тех случаев, когда составляются периодические кадастры и для метода уровня 3. Метод не подходит также для регионов с изменчивым климатом.

Уравнение 1.3

Годовое изменение запасов углерода в биомассе на землях, остающихся в той же категории землепользования (метод разности запасов)

$$\Delta C_B = \sum A * V * BCEFS * (1 + R * CF) \quad (a)$$

$$C = \sum_{i,j} [A_{i,j} * V_{i,j} * BCEFS_{i,j} * (1 + R_{i,j} * CF_{i,j})] \quad (b)$$

где:

ΔC_B - годовое изменение запасов углерода в биомассе (сумма слагаемых в уравнении 1.1, относящихся к надземной и подземной биомассе) для земель, остающихся в той же категории; тонны C/год,

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

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

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

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

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 C / (тонна с.в.),

$BCEFS$ - коэффициент преобразования и разрастания биомассы для приведения товарного древостоя к надземной биомассе; тонны надземного роста биомассы / (м³ древостоя).

Коэффициент $BCEFS$ преобразует товарный древостой непосредственно в надземную биомассу и его значения используются в расчетах без необходимости использования плотности абсолютно сухой древесины (D). В том случае, если значения $BCEFS$ неизвестны, и значения коэффициента разрастания биомассы ($BEFS$) и D оцениваются отдельно, то используется следующее преобразование:

$$BCEFS = BEFS \bullet D$$

При использовании выше перечисленных методов принимается, что соответствующей площадью является площадь земли, остающейся в той же категории к концу года, для которого производится оценка кадастра. Любые иные земли будут в категории преобразования. В соответствии с допущениями по умолчанию земля переводится из категории переустройства в категорию «остающихся прежними земель» только после пребывания в данном землепользовании в течение 20 лет. В год переустройства происходят некоторые изменения запасов углерода, но важно придерживаться указанного периода, в течение которого земля остается в категории переустройства. В противном случае подходы к оценке земельной площади не будут действовать. Изменения запасов, происшедшие в течение 1 года после переустройства, будут относиться к переустраиваемой ежегодно площади и соответствующая территория рассматривается как подкатегория в рамках категории переустройства. Эта территория остается в категории переустройства до завершения принятого по умолчанию 20 летнего или иного установленного срока.

Метод разности запасов используется в том случае, если создана национальная система ведения кадастров для категорий землепользования и где периодически измеряются запасы различных резервуаров биомассы.

Данный метод подходит для тех, кто использует уровень 3, а в некоторых случаях и уровень 2. При оценке изменений в резервуарах углерода биомассы используется один из вышеуказанных двух методов для пастбищных угодий, остающихся пастбищными угодьями, где присутствует многолетняя древесная биомасса.

Методы уровня 3 используются в том случае, если имеются конкретные национальные коэффициенты выбросов и данные. Для уровня 3 разрабатываются свои собственные методологии и параметры для оценки изменений в биомассе. Эти методологии получают с использованием уравнений 1.2 или 1.3. Методы уровня 3 предоставляют оценки большей степени определенности, чем более низкие уровни, и демонстрируют большую связь между отдельными резервуарами углерода.

1.1.1.1. Выбор коэффициентов выбросов/поглощений

Для оценки прироста и потерь биомассы в результате вторжения многолетней древесной растительности в пастбищные угодья; деградации, связанной с чрезмерным выпасом скота, и других влияний управления используются коэффициенты выбросов и поглощений. Коэффициенты необходимы для оценки изменений в биомассе в результате управления, основанной на темпах прироста биомассы, потерь биомассы и коэффициент разрастания для подземной биомассы.

Уровень 1 выбирается при отсутствии значительных выбросов или поглощений на пастбищах, остающихся пастбищами. В этом случае предполагается стабильность биомассы для всех пастбищ, остающихся пастбищами. В том случае, если происходят значительные изменения в управлении пастбищами или возмущения, отчетность готовится по методологии уровня 2 или 3.

Эффективная практика основана на использовании данных о запасах углерода биомассы для различных категорий пастбищ в сочетании со значениями по умолчанию в том случае, если для некоторых категорий пастбищ отсутствуют значения по региону.

Изменения валового приращения биомассы, потерь от заготавливаемых живых деревьев и трав, переходящих в остатки от заготовок, и показателей разложения (в случае метода поступлений-потерь) или результирующего изменения в запасах биомассы (в случае метода разности запасов) получают с учетом типа пастбищ, темпа использования биомассы, практики заготовок и количества поврежденной растительности во время операций по заготовке. Значения для режимов возмущений получают по результатам научных исследований.

Часто в расчетах используются коэффициенты разрастания для оценки подземной биомассы по надземной биомассе. Поскольку адаптации к пожарам и выпасам скота приводят к более высоким соотношениям массы корней и побегов по сравнению со многими другими экосистемами; то нельзя применять коэффициенты разрастания разработанные для нетронутых экосистем. Рекомендуется использовать соотношения массы корней и побегов, полученные эмпирическим путем для соответствующего региона или типа растительности.

В таблице 1.1 представлены соотношения массы корней и побегов по умолчанию (все виды растительности) для пастбищных экосистем в основных климатических зонах мира.

Подходы уровня 3 основаны на сочетании динамических моделей с данными измерений для кадастров изменений запасов биомассы. Эти подходы не предусматривают использования простых изменений запасов или коэффициентов выбросов.

Таблица 1.1 Коэффициенты разрастания по умолчанию (отношение подземной биомассы к надземной биомассе [R]) для основных пастбищных экосистем мира

Категория землепользования	Тип растительности	Примерная климатическая зона МГЭИК ¹	R [тонны с.в. подземной биомассы / (тонна с.в. надземной биомассы)]	n	Ошибка
Пастбищные угодья	Пастбища степей/тундры/прерий	Бореальная - сухая и влажная Холодная умеренная - влажная Теплая умеренная - влажная	4,0	7	±150%
	Полузасушливые пастбища	Холодная умеренная - сухая Теплая умеренная – сухая	2,8	9	±95%
Прочие	Редколесье/саванна		0,5	19	±80%
	Площадь, покрытая кустарником		2,8	9	±144%
¹ Классификация исходных данных проведена по типам биома пастбищ, и таким образом соответствие климатическим зонам МГЭИК является приближенным. ² Оценки ошибки представлены как двойное среднеквадратическое отклонение в виде процентной доли от среднего значения.					

1.1.1.2 Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2 для оценки изменения запасов углерода в биомассе

Ниже перечислены действия для оценки изменения запасов углерода в биомассе (ΔC_B)

При использовании уровня 1 действует допущение, что экосистема находится в устойчивом состоянии и не ожидаются какие-либо изменения в запасах углерода. Таким образом, никакой дальнейшей работы не требуется.

При использовании подхода уровня 2 используются методы поступлений-потерь - уравнение 1.2 и разности запасов - уравнение 1.3.

Метод поступлений-потерь:

Этап 1: Определяются категория пастбищ и репрезентативные площади.

Этап 2: Оцениваются приращение биомассы и потери древесной биомассы (уравнения 1.4 и 1.6) для каждой страты и далее эти данные используются для оценки результирующего изменения в биомассе (уравнения 1.2).

В том случае, если имеются только данные для надземной биомассы, то используют коэффициенты разрастания (отношения подземной биомассы к надземной биомассе) для оценки подземной части биомассы. Далее умножить изменение биомассы на содержание углерода в сухой биомассе. Значение по умолчанию составляет 0,50 тонн С на тонну биомассы (сухой вес).

В подходе уровня 2 используют значения коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 1.1 для оценки подземной биомассы, если нет национальных коэффициентов.

Уравнение 1.4

Годовое увеличение запасов углерода в биомассе в результате приращения биомассы на землях, остающихся в той же категории землепользования

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

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,

$G_{\text{общий}}$ - среднегодовой прирост биомассы; тонны сухого вещества / га x год, или общий прирост биомассы, включающий в себя как прирост надземной биомассы (G_w), так и прирост подземной биомассы

i - экологическая зона ($i = с 1$ по n),

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

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

При использовании метода уровня 1 общий прирост биомассы рассчитывают с использованием значений G_w по умолчанию для естественно восстанавливающихся общих категорий растительности вместе с показателем соотношения между подземной биомассой и надземной биомассой (R), различающимся для различных видов деревянистой растительности. На уровнях 2 и 3 для преобразования валового годового приращения (IV) в приращение надземной биомассы для каждого вида растительности указанное валовое годовое приращение может быть использовано либо вместе с плотностью абсолютно сухой древесины (D) и коэффициентом разрастания биомассы (BEF_1), либо непосредственно с коэффициентом преобразования и разрастания биомассы ($BCEF_1$). Эта взаимосвязь отражена в уравнении 1.5.

Уравнение 1.5 Среднегодовое приращение биомассы

Уровень 1

$$G_{\text{общий}} = \sum_{i,j} \{ G_w \cdot (1+R) \} - \text{Данные о приращении биомассы (сухое вещество) используются напрямую}$$

Уровни 2 и 3

$$G_{\text{общий}} = \sum_{i,j} \{ IV \cdot BCEF_1 \cdot (1+R) \} - \text{Данные валового годового приращения используются для оценки } G_w \text{ путем применения коэффициента преобразования и разрастания биомассы}$$

где:

$G_{\text{общий}}$ - 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 равно нулю, если принимаются схемы распределения с отсутствием изменений подземной биомассы (уровень 1).

IV - среднегодовое валовое приращение для конкретного вида растительности; мЗ /га x год,

В том случае, если нет значений $BCEF_1$ для древесной (многолетней) биомассы на пастбищных угодьях, то используются значения по умолчанию $BCEF_1$ для одного из видов лесов, который ближе всего к данной нелесной растительности. Для многолетних

кустарников, трав и сельскохозяйственных культур данные приращения биомассы, выраженные в тоннах сухого вещества на гектар, могут быть получены непосредственно.

Этап 3: Определяются среднее приращение биомассы и потери травянистой биомассы. Эти данные используются для оценки результирующего изменения в биомассе с помощью уравнения 1.2. Для травянистой биомассы может быть разработан подход, основанный на уравнениях 1.4 и 1.6..

Уравнение 1.6

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;

$L_{\text{топл. древесина}}$ - годовая потеря углерода в результате изъятия топливной древесины, тонны С/год;

$L_{\text{возмущения}}$ - годовые потери углерода в результате возмущений, тонны С/год.

В том случае, если есть данные по изъятию древесины (лесозаготовка), изъятию топливной древесины и потерям в результате возмущений то используется уравнение 1.6 для оценки потерь из пастбищных угодий. На интенсивно управляемых, а также сильно деградировавших пастбищных угодьях потери многолетней древесной биомассы небольшие. Для уровня 1 по умолчанию используются значения потерь углерода биомассы для древесных видов культур, которые приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Коэффициенты по умолчанию для надземной древесной биомассы и циклы уборки в системах земледелия с выращиванием многолетних культур

Климатический регион	Запасы углерода в надземной биомассе при уборке (тонны С /га)	Цикл уборки/ спелости (годы)	Темпы накопления биомассы (G) (тонны С / га x год)	Потери углерода биомассы (L) (тонны С / га x год)	Диапазон ошибки
Умеренный пояс (все режимы влажности)	63	30	2.1	63	±75%
Примечание: Значения получены по литературным данным съёмок и синтеза, опубликованным Schroeder (1994). † Представляет номинальную оценку ошибки, эквивалентную двум среднеквадратическим отклонениям, в виде процентной					

В том случае, если есть данные для надземной биомассы, то используются коэффициенты разрастания (отношения подземной биомассы к надземной биомассе) для оценки подземной части биомассы. Для этого надо умножить изменение биомассы на содержание углерода в сухой биомассе. Значение по умолчанию составляет 0,47 тонн С на

тонну биомассы (сухой вес). Данное значение является более реалистичным для травянистой биомассы.

Для подхода уровня 3 необходимы значения коэффициентов разрастания по региону или конкретной экосистеме. Подход уровня 2 допускает использование коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 1.1, для оценки подземной биомассы в случае отсутствия конкретных по региону значений коэффициентов.

Этап 4: Если определены приращение и потери в расчете на площадь, то оценивается суммарное изменение в запасах углерода биомассы для каждой категории путем умножения репрезентативной площади каждой категории на результирующее изменение в биомассе для этой категории. В противном случае, перейти к этапу 5.

Этап 5: Оценить суммарное результирующее изменение в запасах углерода в биомассе путем суммирования результирующих изменений в травянистой и древесной многолетней биомассе.

Метод разности запасов

Этап 1: То же, что для метода поступлений-потерь (см. выше).

Этап 2: Определить временной интервал кадастра, средний запас древесной биомассы в начальный момент кадастра (t_1) и средний запас древесной биомассы в конечный момент кадастра (t_2). Далее эти данные используются для оценки годового изменения в древесной биомассе (уравнение 1.3).

При наличии только данных для надземной биомассы, используются коэффициенты разрастания (отношения подземной биомассы к надземной биомассе, R) для оценки подземной части биомассы. Умножить изменение биомассы на содержание углерода в сухой биомассе. Значение по умолчанию составляет 0,50 тонн С на тонну биомассы (сухой вес).

Для подхода уровня 3 необходимы значения коэффициентов разрастания по региону или конкретной экосистеме.

При подходе уровня 2 используются значения коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 1.1, для оценки подземной биомассы или региону или по экосистеме значений коэффициентов разрастания, если имеются соответствующие данные. Значения R в таблице 1.1 являются значениями R для всей экосистемы. Чтобы использовать эти значения, необходимо просуммировать надземную травянистую и древесную биомассу и затем умножить на R для получения значения подземной биомассы.

Этап 3: Определить временной интервал кадастра, средний запас травянистой биомассы в начальный момент кадастра (C_{t1}) и средний запас травянистой биомассы в конечный момент кадастра (C_{t2}). Использовать эти данные и временной интервал кадастра для оценки результирующего годового изменения в травянистой биомассе (уравнение 1.3). При наличии только данных для надземной биомассы, используются коэффициенты разрастания (отношения подземной биомассы к надземной биомассе) для оценки подземной части биомассы. Умножить изменение биомассы на содержание углерода в сухой биомассе. Значение по умолчанию составляет 0,47 тонн С на тонну биомассы (сухой вес). Данное значение является более реалистичным для травянистой биомассы.

Для подхода уровня 3 необходимы значения коэффициентов разрастания по региону или конкретной экосистеме.

Подход уровня 2 позволяет использовать значения коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 1.1, для оценки подземной биомассы в случае отсутствия конкретных по региону значений коэффициентов.

Этап 4: Оценить суммарное изменение в запасах углерода биомассы для каждой категории, используя уравнение 1.3.

Этап 5: Оценить суммарное результирующее изменение в запасах углерода в биомассе путем суммирования результирующих изменений в травянистой и древесной многолетней биомассе.

1.1.2 Мертвое органическое вещество

Методы оценки изменений запасов углерода, связанных с резервуарами мертвого органического вещества (МОВ), предлагаются для двух типов резервуаров мертвого органического вещества: 1) валежная древесина и 2) подстилка.

Для оценки изменений в запасах для валежной древесины и подстилки используется уравнение 1.7. Резервуары валежной древесины и подстилки рассматриваются отдельно, однако для этих резервуаров используется один и тот же метод оценки изменений.

Уравнение 1.7

Годовое изменение в запасах углерода в мертвом 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 C/год,

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

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

Метод уровня 1 предполагает, что запасы валежной древесины и подстилки находятся в равновесии, и, таким образом, нет необходимости в оценке изменений запасов углерода для этих резервуаров. В том случае если происходят значительные изменения в типах пастбищ или в режимах возмущений или в хозяйственной деятельности на их пастбищах, предлагается использование методологии уровня 2 или 3.

Уровни 2 и 3 позволяют рассчитать изменения запасов углерода в валежной древесине и подстилке в связи с практикой хозяйствования. Для оценки изменений запаса углерода используются **методы поступлений-потерь и разности запасов:**

Метод поступлений-потерь

Метод (уравнение 1.3): включает оценку площади для категорий управления пастбищ и среднегодового переноса в запасы валежной древесины и подстилки и из них. Для расчета необходимы:

i) оценка площади под пастбищами, остающимися пастбищами, в соответствии с различными типами климата или экологическими зонами, или типами пастбищ, режимом возмущения, режимом управления, или другими факторами, влияющими на резервуары углерода валежной древесины и подстилки;

ii) данные количества перенесенной биомассы в запасы валежной древесины и подстилки; и

iii) данные количества перенесенной биомассы из запасов валежной древесины и подстилки в расчете на гектар и соответственно различным типам пастбищ.

Уравнение 1.8

Годовое изменение в запасах углерода в валежной древесине и подстилке (метод поступления-потерь)

$$\Delta C_{DOM} = A \cdot \{ (DO_{Min} - DOM_{out}) \cdot C_F$$

где:

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

A - площадь управляемых земель; га

DO_{Min} - средний годовой перенос биомассы в резервуар валежной древесины /подстилки в результате происшедших в течение года процессов и возмущений; тонны с.в. /га x год (более подробная информация приводится в следующем разделе).

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

C_F - доля углерода в сухом веществе; тонны С /(тонна с. в.).

Метод разности запасов

Данный метод (уравнение 1.9) включает оценку площади пастбищ и запасов валежной древесины и подстилки в два момента времени t1 и t2. Метод разности запасов оправдан для периодических кадастров по пастбищам, но не подходит для регионов с изменчивым климатом и в случае отсутствия составления годовых кадастров. Этот метод больше подходит, где используются методы уровня 3 и имеются конкретные коэффициенты выбросов и достаточные национальные данные.

Уравнение 1.9

Годовое изменение в запасах углерода в валежной древесине или подстилке (метод разности запасов)

$$\Delta C_{DOM} = \left[A \cdot \frac{(DOM_{t2} - DOM_{t1})}{T} \right] \cdot C_F$$

где:

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

A - площадь управляемых земель; га,

DOM_{t1} - запас валежной древесины / подстилки в момент времени t1 для управляемых земель; тонн с. в. /га,

DOM_{t2} - запас валежной древесины / подстилки в момент времени t2 для управляемых земель; тонн с. в. /га,

T - (t2 - t1) - период времени между второй оценкой запасов и первой оценкой запасов; годы,

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

При применении метода изменения запаса, площади, использованные в расчетах запасов углерода в моменты времени t1 и t2, должны быть идентичны. Если они

неидентичные, то изменения площади исказят оценки запасов углерода и изменений этих запасов.

Эффективная практика состоит в использовании площади в конце периода кадастра (t2) для определения площади земель, остающихся в той же категории землепользования. Изменения запасов на всех площадях, которые меняют категорию землепользования в период времени между t1 и t2, оценивают в новой категории землепользования.

1.1.2.1 Выбор коэффициентов выбросов/поглощений

Доля углерода валежной древесины и подстилки варьирует и зависит от стадии разложения. Древесина гораздо меньше варьирует, чем подстилка, и для доли углерода может использоваться значение 0,50 тонн С / тонна с.в.

Значения доли углерода для подстилки на пастбищах меняются в диапазоне от 0,05 до 0,50. В том случае, если нет национальных данных предлагается использовать значение доли углерода, равное 0,40.

На уровне 1 не требуются оценки коэффициентов выбросов/поглощений, так как принято допущение о стабильности запасов углерода МОВ на всех пастбищах, остающихся пастбищами.

Эффективная практика состоит в использовании национальных данных о МОВ для различных категорий пастбищ в сочетании со значениями по умолчанию. Значения для переноса углерода из живых деревьев и трав, которые заготавливаются, в остатки от заготовок и показателей разложения в случае метода поступлений-потерь или результирующего изменения в резервуарах МОВ в случае метода разности запасов могут быть получены на основании коэффициентов разрастания, учитывая тип пастбищ, темп использования биомассы, практики заготовок и количество поврежденной растительности во время операций по заготовке. Значения для режимов возмущений должны быть получены по результатам научных исследований.

При использовании уровня 3 разрабатываются собственные методологии и коэффициенты выбросов, необходимые для оценки изменений в МОВ.

1.1.2.2 Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2

При использовании методологии уровня 1 предполагается, что экосистема находится в устойчивом состоянии, при котором не ожидаются какие-либо изменения в запасах углерода валежной древесины или подстилки, следовательно далее дальнейшей работы не требуется.

Ниже в таблице 1.3. приведено краткое перечисление действий для оценки изменения запасов углерода в МОВ для уровня 2:

Таблица 1.3. Перечень действий для оценки изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе для уровня 2

Этапы	Метод поступлений-потерь (уравнение 1.8)	Метод разности запасов (уравнение 1.9)
1	Определяются категории типов пастбищ и репрезентативную площадь	Определить категории пастбищ и , репрезентативную площадь.

2	<p>Определяют темпы поступлений и отдач валежной древесины и подстилки в резервуарах. Оценка проводится на основании кадастров или научных исследований для средних поступлений и отдач валежной древесины или подстилки в каждой категории. Коэффициентов по умолчанию для поступлений и отдач из этих резервуаров нет. Используются местные данные.</p> <p>Рассчитать результирующее изменение в резервуарах МОВ путем вычитания отдач из поступлений. Отрицательные величины укажут на сокращение запаса</p>	<p>Определить изменение в запасах МОВ для каждой категории. Определить временной интервал кадастра, средний запас МОВ в начальный момент кадастра (t1) и средний запас МОВ в конечный момент кадастра (t2). Данные использовать для оценки результирующего годового изменения в запасах МОВ путем вычитания запаса МОВ в момент t1 от запаса МОВ в момент t2 и деления этой разницы на временной интервал (уравнение 2.19). Отрицательная величина укажет на уменьшение запаса МОВ.</p>
3	<p>Определить изменение в запасах МОВ для каждой категории путем вычитания отдач из поступлений. Пересчитать результирующее изменение в запасах биомассы МОВ в запасы углерода путем умножения на значения долей углерода. Значения по умолчанию долей углерода составляют: 0,50 тонн С/тонна с.в. для валежной древесины и 0,40 тонн С/тонна с.в. для подстилки.</p> <p>Для уровня 2 необходимы значения коэффициентов темпов изменения запасов по стране или экосистеме.</p>	<p>Определить изменение в запасах углерода МОВ для каждой категории. Результирующее изменение в запасах углерода МОВ определяется путем умножения изменения в запасах МОВ для каждой категории на долю углерода МОВ.</p> <p>Для подхода уровня 2 требуется знание национальных коэффициентов разрастания по стране или экосистеме</p>
4	<p>Оценить суммарное изменение в резервуарах углерода МОВ для каждой категории путем умножения репрезентативной площади каждой категории на результирующее изменение в запасах углерода МОВ для данной категории</p>	<p>То же что и для метода поступлений-потерь</p>
5	<p>Оценить общее изменение в запасах углерода валежной древесины путем сложения суммарных изменений в МОВ по всем категориям.</p>	<p>То же что и для метода поступлений-потерь</p>

1.1.3 Почвенный углерод

На запасы углерода пастбищ влияют пожары, интенсивность выпаса, управление внесением удобрений, известкование, ирригация, пересев с использованием более или менее продуктивных видов трав и травосмесей с азотфиксирующими бобовыми культурами. К

потерям почвенного органического углерода приводит дренаж органических почв в рамках управления пастбищами.

Общее изменение в запасах почвенного углерода оценивается с помощью уравнения 1.10, которое включает изменение в запасах почвенного органического углерода для минеральных и органических почв и изменения запасов, связанные с резервуарами почвенного неорганического углерода для уровня 3.

Уравнение 1.10

Годовое изменение в запасах углерода в почвах

$$\Delta C_{\text{Почвы}} = \Delta C_{\text{Минеральные}} - L_{\text{Органические}} + \Delta C_{\text{Неорганические}}$$

где:

$\Delta C_{\text{Почвы}}$ - годовое изменение в запасах углерода в почвах; тонны С /год,

$\Delta C_{\text{Минеральные}}$ - годовое изменение в запасах органического углерода в минеральных почвах; тонны С /год,

$L_{\text{Органические}}$ - годовые потери углерода из осушенных органических почв; тонны С /год,

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

Учет основан на оценки площадей пастбищ в начале и в конце периода кадастра. Классы управления пастбищами стратифицируются соответственно климатическим регионам и основным типам почв, которое может быть основано на классификациях по умолчанию или стране. Это осуществляется наложением карт землепользования на соответствующие климатические и почвенные карты.

Кадастры разрабатываются с использованием подхода уровня 1, 2 или 3; при этом каждый последующий уровень требует более подробных данных, чем предыдущий уровень.

Минеральные почвы

Метод оценки для минеральных почв основан на оценке изменений в запасах почвенного органического углерода в течение определенного периода после изменений в управлении. После переходного периода считается, что этот запас находится в устойчивом состоянии. Оценка проводится в соответствии с уравнением 1.11. Площади обнаженного скального основания на пастбищах не включаются в расчеты запаса почвенного углерода (запас предполагается равным нулю). Для расчетов необходимы данные по хозяйственной деятельности на пастбищах, которые классифицируются в соответствующие системы управления землями и затем стратифицируются по климатическим регионам и типам почв МГЭИК. Запасы почвенного органического углерода (SOC) оцениваются для каждого временного периода кадастра с использованием эталонных запасов углерода по умолчанию (SOC_{ref}) и коэффициентов изменения запасов по умолчанию (F_{LU} , F_{MG} , F_I).

Уравнение 1.11

Годовое изменение в запасах органического углерода в минеральных почвах

$$\Delta C_{\text{Минеральные}} = \frac{(SOC_0 - SOC(0 - T))}{D}$$

$$SOC = \sum_i (c, s, p) \cdot (SOC_{REFc,s,p} \cdot F_{Luc,s,p} \cdot F_{MGc,s,p} \cdot F_{Ic,s,j} \cdot A_{c,s,p})$$

(в данном уравнении вместо D используется T, если $T \geq 20$ лет)

где:

$\Delta C_{\text{Минеральные}}$ - 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, 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 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. Он обычно равен 20 годам, но зависит от допущений, сделанных при расчете коэффициентов F_{LU} , F_{MG} и F_I . Если T превышает D, то используется значение T для получения годовой скорости изменения за период кадастра (0-T лет),

c - климатические зоны, s - типы почв, i – комплекс систем управления (хозяйствования), принятый в стране.

SOC_{REF} - эталонный запас углерода; тонны С /га (таблица 1.4),

F_{LU} - коэффициент изменения запаса для систем землепользования или подсистемы конкретного землепользования, не имеет размерности;

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, Земли данного слоя (страты) при совместном рассмотрении должны иметь одинаковые биофизические условия (т.е. климатическую зону и тип почвы) и историю хозяйствования на протяжении периода кадастра.

Таблица 1.4 Эталонные по умолчанию (при естественной растительности) запасы органического углерода в почве (SOC_{REF}) для минеральных почв (тонны с /га для слоя 0-30 см)

Климатический регион	Почвы НАС1	Почвы LAC2	Песчаные почвы3	Сподсолевые почвы4	Вулканические почвы5	Водноболотные угодья6
Холодный умеренный, сухой	50	33	34	NA	20#	87
Холодный умеренный, увлажненный	95	85	71	115	130	
Теплый умеренный, сухой	38	24	19	NA	70#	88
Теплый умеренный, увлажненный	88	63	34	NA	80	

Примечание: Данные получены из баз данных о почвах, описанных в работах Jobbagy and Jackson (2000) и Vernoux et al. (2002). Показаны средние запасы. Принятая оценка номинальной ошибки в $\pm 90\%$ для типов почв-климата. NA означает «неприменимо».

Указывает, что при отсутствии данных, сохраняются значения по умолчанию из Руководящих принципов МГЭИК, 1996 г.

* 1 Почвы с минералами высокоактивного глинозема (HAC) представляют собой легко-умеренно выветриваемые почвы, которые преобладают в соотношении 2:1 над кремнеземными минералами, к ним относятся лептосоли, вертисоли, каштаноземы, черноземы, фаеоземы, лювисоли, алисоли, альбилювисоли, солонцы, известковые почвы, гипсовые почвы, умбрисоли, камбисоли, регосоли

2 Почвы с минералами глинозема низкой активности (LAC) представляют собой хорошо выветриваемые почвы, преобладающие в соотношении 1:1 над глиноземными минералами и рыхлыми почвами с содержанием железа и окислов алюминия (в классификации WRB включают акрисоли, ликсисоли, нитисоли, ферралсоли, дурисоли;.

3 Включают все почвы (независимо от таксономической классификации), имеющие $> 70\%$ песка и $< 8\%$ глины основанные на стандартном анализе состава почвы (в классификации WRB включают ареносоли.

4 Почвы с ярко выраженным подзолом (по классификации WRB включают подзолы;.

5 Почвы, произошедшие под влиянием вулканического пепла с аллофанной минералогией (по классификации WRB - андосоли.

6 Почвы с ограниченным дренажем, приводящим к периодическим затоплениям и анаэробным условиям (по классификации WRB - глеевые почвы.

Метод уровня 1, по умолчанию, для минеральных почв основан на изменениях в запасах углерода почвы в течение некоторого ограниченного периода времени. Изменение рассчитывается исходя из запаса углерода после изменения управления и по отношению к запасу углерода при эталонных условиях (т.е. естественная растительность, которая не деградировала и не улучшилась). Принимаются следующие допущения:

i) с течением времени органический углерод почвы достигает пространственно усредненной, устойчивой конкретной величины в зависимости от почвы, климата, землепользования и хозяйственной практики; и

ii) изменение запаса органического углерода почвы (SOC) в течение переходного периода к новому равновесному состоянию происходит линейным образом.

Допущение (ii) упрощает методологию уровня 1 и обеспечивает хорошее приближение на протяжении многолетнего периода кадастра, во время которого происходят изменения в управлении и переустройства землепользования.

С помощью метода по умолчанию производится расчет изменений в запасах углерода почвы на протяжении периода кадастра. Периоды кадастра устанавливаются на основе годов, когда производится сбор данных о деятельности, например, 1990, 1995, 2000, 2005 и 2010, которым соответствуют периоды: 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010. Для каждого периода кадастра запасы органического углерода почвы оцениваются для первого (SOC_{0-T}) и последнего года (SOC_0) путем умножения эталонных запасов углерода на коэффициенты изменения запасов. Годовые темпы изменения запасов углерода оцениваются в соответствии с уравнением 1.11.

Расчеты для кадастра основаны на земельных площадях, которые стратифицированы по климатическим зонам и типам почв по умолчанию (таблица 1.4).

Составными элементами при расчете коэффициента изменения являются: 1) коэффициент землепользования (F_{LU}), отражает связанные с типом землепользования изменения запасов углерода, 2) коэффициент управления (F_{MG}), представляет основную

практику управления, характерную для данного сектора землепользования и 3) коэффициент поступления (FI), отражающий различные уровни поступления углерода в почву.

F_{ND} используется вместо F_{LU} в случае лесных площадей для учета влияния режимов стихийных возмущений. Каждый из этих коэффициентов представляет изменение на протяжении указанного количества лет (D), которое изменяется от сектора к сектору, но обычно остается постоянным в пределах отдельного сектора (например, 20 лет для системы возделываемых земель).

Данные о деятельности по управлению, типе земледелия и применение уровня 1 или 2 отражены в формулировке уравнения 1.11 (см. блок 1.1). Поэтому в случае деятельности собранной с помощью подхода 1, используется формулировка А. Когда данные о деятельности собраны с помощью подхода 2 или 3, подходит формулировка В.

Блок 1.1 Альтернативные формулировки уравнения 1.11 для подходов 1, 2 или 3 к сбору данных о деятельности с переходными матрицами.

Формулировка А (подход 1 для сбора данных о деятельности)

$$\Delta C_{\text{Минеральные}} = \frac{[\sum_{c,s,i} ((SOCREF_{c,s,i} \cdot FLUC_{c,s,i} \cdot FMGC_{c,s,i} \cdot FI_{c,s,i} \cdot Ac_{c,s,i}))_o - [\sum_{c,s,i} ((SOCREF_{c,s,i} \cdot FLUC_{c,s,i} \cdot FMGC_{c,s,i} \cdot FI_{c,s,i} \cdot Ac_{c,s,i}))_o]}{D}$$

Формулировка В (подходы 2 и 3 для сбора данных о деятельности)

$$\Delta C_{\text{Минеральные}} = \frac{[\sum_{c,s,p} ((SOCREF_{c,s,p} \cdot FLUC_{c,s,p} \cdot FMGC_{c,s,p} \cdot FI_{c,s,p}))_o - (SOCREF_{c,s,p} \cdot FLUC_{c,s,p} \cdot FMGC_{c,s,p} \cdot FI_{c,s,p})_o]}{D}$$

где: p = участок земли.

Описание других слагаемых уравнения 1.11 см. выше

Подход 1 не учитывает отдельные переустройства земель, и изменения запасов SOC вычисляются для временных периодов, эквивалентных D или близких к D, который в методе уровня 1 составляет 20 лет. При наличии переходных матриц (т.е. данных о деятельности для подхода 2 и 3) изменения оценивают с каждым последующим годом.

В методе уровня 2 для минеральных почв также используют уравнение 1.11, но в этом случае дальнейшее развитие основано на лучшем определении коэффициентов изменения запасов, эталонных запасов углерода, климатических регионов, типов почвы и/или систем классификации управления земель.

Подход уровня 3 требует использования динамических моделей и/или детализированных измерений по кадастру почвенного углерода для оценки годовых изменений запаса и совершенствуется использованием измерений на сети мониторинга. Здесь для адекватного представления комбинации систем землепользования и управления, а также типов климата и почвы требуется большая плотность реперных площадок по сравнению с сетью, связанной с проверкой моделей.

Органические почвы

Для оценки изменения запасов углерода для управляемых пастбищ на органических почвах (уровень 1) используется уравнение 1.12. В основе методологии положены стратификация управляемых органических почв с разбивкой по климатическим регионам и определении годовых темпов выбросов по конкретному климатическому региону. Естественные пастбища, которые используются для сезонного выпаса, но которые не осушаются искусственным образом, не включаются в эту категорию.

Уравнение 1.12

Годовые потери углерода из осушенных органических почв (CO₂)

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

где:

$L_{\text{Органические}}$ - годовые потери углерода из осушенных органических почв; тонны С /год,

A - площадь осушенных органических почв в климате типа c ; га,

EF - коэффициент выбросов для климата типа c ; тонны С /га x год.

Данное уравнение используется для уровня 2, но включается информация страны для лучшего определения коэффициентов выбросов, климатических регионов и/или системы классификации управления землями.

В подходах уровня 3 для органических почв используются динамические модели и/или данные сети измерений.

1.1.3.1 Выбор коэффициента изменений запасов и выбросов

Минеральные почвы

Для подхода уровня 1 в Приложении 1, таблице 1 приведены коэффициенты изменений запасов по умолчанию, которые содержат значения для коэффициента землепользования (F_{LU}), коэффициента поступлений (F_I) и коэффициента управления (F_{MG}). Временной промежуток (D) составляет 20 лет, которые отражают влияние хозяйствования до глубины почвы 30 см. Значения эталонных запасов почвенного органического углерода по умолчанию приведены в таблице 1.4. Эти оценки также относятся к верхнему 30 см слою профиля почвы.

Важным усовершенствованием кадастра является оценка коэффициентов изменений запаса, которое достигается в подходе уровня 2. Получение коэффициентов управления (F_{MG}) и поступления (F_I) основано на экспериментальных сравнениях с управляемыми пастбищами со средним уровнем поступления.

Эффективная практика заключается в получении значений для более подробных схем классификации по типам управления/хозяйствования, климата и почвы, если наблюдаются существенные различия в коэффициентах изменений запасов между более подробными категориями на основе эмпирического анализа.

Оценка постоянных коэффициентов темпов изменений запасов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления.

Органические почвы

Коэффициенты выбросов по умолчанию для оценки потерь углерода, связанных с осушением органических почв для уровня 1, представлены в таблице 1.5.

Для уровня 2 используются коэффициенты выбросов, полученные из экспериментальных данных.

Эффективная практика основана в оценке коэффициентов выбросов для конкретных категорий управления пастбищ на органических почвах и/или более подробной классификации климатических регионов, предполагая наличие существенных различий в темпах потерь углерода для новых категорий.

Оценка постоянных коэффициентов выбросов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления.

Таблица 1.5 Годовые коэффициенты выбросов (EF) для осушенных органических почв пастбищных угодий

Климатический температурный режим	Значения по умолчанию МГЭИК (тонны С / га x год)	Ошибка 1
Бореальный/холодно-умеренный	0,25	+90%
Умеренный теплый	2,5	+90%

1 Представляет номинальную оценку ошибки, эквивалентную двум среднеквадратическим отклонениям, в виде процентной доли от среднего значения.

Эти значения представляют одну четверть потерь на осушенных возделываемых землях, что примерно соответствует пропорциональным потерям углерода на осушенных пастбищах относительно возделываемых земель. Эти значения имеют некоторую степень неопределенности, как указано в столбце ошибок.

1.1.3.2 Этапы расчетов для уровня 1

Этапы для определения SOC_0 и $SOC_{(0-T)}$ и результирующего изменения запасов почвенного углерода для пастбищ, остающихся пастбищами, приведены ниже в таблице 1.6.

Таблица 1.6 Этапы расчетов запасов органического углерода почвы SOC_0 и $SOC_{(0-T)}$ и результирующего изменения запасов почвенного углерода для пастбищ, остающихся пастбищами для уровня 1

Этап	Минеральные почвы	Органические почвы
1.	Организовать данные в соответствии с временными периодами кадастра, основанными на годах, в которые производился сбор данных о деятельности	Организовать данные в соответствии с временными периодами кадастра, основанными на годах, в которые производился сбор данных о деятельности.
2.	Определить землепользование и	Определить площадь пастбищ,

	управление по типам минеральных почв и климатическим регионам для земель в начале периода кадастра, который может варьировать в зависимости от временного интервала данных о деятельности (0-T; например, 5, 10 или 20 лет назад).	остающихся пастбищами на осушенных органических почвах, для последнего года каждого периода кадастра
3.	Выбрать значение естественного эталонного запаса углерода (SOC_{REF}) на основе типа климата и почвы из таблицы 1.4 для площади земли, охватываемой инвентаризацией. Эталонные запасы углерода являются одинаковыми для всех категорий землепользования для исключения ложных изменений запасов углерода вследствие различий в значениях эталонных запасов между секторами.	Выбрать соответствующий коэффициент выбросов (E_F) для годовых потерь CO_2 в соответствии с климатическим температурным режимом (таблица 1.7).
4.	Выбрать коэффициент землепользования (F_{LU}), коэффициент управления (F_{MG}) и уровни поступления углерода (F_I), представляющие землепользование и систему управления, существующие в начале периода кадастра. Значения F_{LU} , F_{MG} и F_I приведены в Приложении 1, таблица 1.	Оценить суммарные выбросы суммируя произведение площади (A) на коэффициент выбросов (E_F) по всем климатическим зонам.
5.	Найти произведение этих значений и эталонного запаса почвенного углерода, для оценки «начального» запаса органического углерода в почве ($SOC_{(0-T)}$) для периода кадастра.	Повторить для дополнительных периодов кадастра.
6.	Оценить SOC_0 путем повторения этапов 1 - 4, используя тот же эталонный запас углерода (SOC_{REF}), но с коэффициентами землепользования, управления и поступления, которые представляют условия в последнем году (нулевой год) кадастра.	
7.	Оценить среднегодовое изменение в запасе органического углерода в почве для конкретной площади за период кадастра ($\Delta C_{Минерал.}$).	
8.	Повторить этапы 1 – 6 при наличии дополнительных периодов в кадастре (например, с 1995 по 2000, с 2001 по 2005 гг. и т.д.).	

Таблица 1.7 Годовые коэффициенты выбросов (E_F) для обрабатываемых органических почв

Климатический температурный режим	Значения по умолчанию МГЭИК (тонны С / га x год)	Погрешность ¹
Бореальный/умеренный холодный	5,0	+90%
Умеренный теплый	10,0	+90%

¹ Представляет номинальную оценку ошибки, эквивалентную двум среднеквадратическим отклонениям, в виде процентной доли от среднего значения.

1.1.4 Выбросы иных, чем CO₂, парниковых газов, образующиеся при сжигании биомассы

Выбросы иных, чем CO₂, газов от сжигания биомассы на пастбищах, остающихся пастбищами, преимущественно происходят при пожарах, главным образом, в результате практик хозяйствования и происходящие при этом выбросы иных, чем CO₂, газов должны сообщаться в отчетности. Выбросы CO₂ не сообщаются в отчетности, так как они компенсируются CO₂, который включается обратно в биомассу через фотосинтез в течение срока от нескольких недель до нескольких лет после сжигания.

Выбросы иных, чем CO₂ газов (в частности CO, CH₄, N₂O и NO_x), происходящие в результате неполного сгорания биомассы на управляемых пастбищах помещаются в отчетность независимо от происхождения (стихийные или антропогенные пожары). Количество сгораемой в одном пожаре биомассы меняется от региона к региону и от сезона, кроме того меняется полнота сгорания и соответствующая доля биомассы, преобразованной в иные, чем CO₂, парниковые газы. В отчетности используются годовые данные вместо средних данных о деятельности, за какой-либо данный период, так как в этом случае отражаются межгодовые флуктуации в связи с климатическими явлениями или естественной климатической изменчивостью (необычайно засушливые года, когда возмущения от пожаров могут быть чаще). Однако оценки являются неопределенными из-за отсутствия надежных и точных данных о массе доступного для горения топлива и коэффициентах сгорания и выбросов.

Оценка выбросов описывает уравнение 1.13 и выбросы оцениваются для резервуаров надземной биомассы и мертвого органического вещества. При сжигании предполагается, что после возмущения подземная биомасса остается постоянной или переносится в почвенный резервуар.

Уровень 1 основан на обобщенных данных и коэффициентах сгорания и выбросов по умолчанию. При отсутствии данных о массе доступного для сжигания топлива (МВ) используются данные по умолчанию в таблице 1.8 для массы потребляемого топлива. Перед этим проводят стратификацию территорий площадей пастбищ, остающихся пастбищами.

Уравнение 1.13

Оценка выбросов парниковых газов от пожара

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

где:

Лпожар - 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. Составными элементами являются биомасса, подстилка и валежная древесина. При использовании методов уровня 1 резервуары подстилки и валежной древесины предполагаются равными нулю, исключая случаи при изменении землепользования.

C_f - коэффициент сгорания; не имеет размерности (значения по умолчанию в таблице 1.10),

G_{ef} - коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (значения по умолчанию в таблице 1.9).

Примечание: Если данные для M_B и C_f недоступны, то используются значения по умолчанию для количества фактически сожженного топлива (произведение M_B и C_f) в рамках методологии уровня 1 (таблица 1.8).

Количество возможно сжигаемого топлива определяется площадью выжигания и плотностью топлива, имеющегося на этой площади. Плотность топлива биомассы, валежной древесины и подстилки изменяется в зависимости от типа, возраста и состояния растительности. Тип пожара определяет количество доступного для горения топлива. Для малоинтенсивных низовых пожаров в лесах топливо ограничивается подстилкой и мертвым органическим веществом на поверхности земли, тогда как при высокоинтенсивных верховых пожарах в качестве топлива может быть существенные количества древесной биомассы.

Коэффициент сгорания является мерой доли топлива, которая действительно сгорает; и варьирует в зависимости от размера и архитектуры запаса топлива. В случае крупномерного топлива, например, стволы деревьев, сгорает меньшая доля, чем в случае мелкомерного топлива, например, трава, листья). Значение коэффициента зависит и от влажности топлива и типа пожара (т.е. зависимость от интенсивности и скорости распространения, на которые оказывают заметное влияние изменчивость климата и региональные различия). Наконец, коэффициент выбросов дает количество конкретного парникового газа, которое выделяется при сгорании единицы сухого вещества; этот коэффициент может варьировать в зависимости от содержания углерода в биомассе и полноты сгорания. Для видов с высокой концентрацией N выбросы NO_x и N_2O при пожаре могут изменяться в зависимости от содержания N в топливе. Результаты всестороннего анализа коэффициентов выбросов представлены в таблице 1.9.

Метод уровня 2 использует тот же общий подход, как и на уровне 1, но при этом используются более точные коэффициенты выбросов и/или более точные оценки для плотностей топлива и коэффициентов сгорания по сравнению с приведенными в таблицах данными по умолчанию. Методы уровня 3 являются более полными и учитывают динамику топлива (биомассы и мертвого органического вещества).

Таблица 1.8 Потребление топливной биомассы (мертвое органическое вещество плюс живая биомасса) для пожаров в диапазоне типов растительности; тонны сухого вещества/га

(Использовать в уравнении 1.13 для оценки произведения количеств ' $M_B \cdot C_f$ ', т.е. абсолютного количества)

Тип растительности	Подкатегория	Среднее значение	Систем. ошибка	Ссылки
--------------------	--------------	------------------	----------------	--------

Прочие умеренные леса	Стихийный пожар	19,8	6,3	32, 66
	Сжигание порубочных остатков после лесозаготовки	77,5	65,0	55, 19, 14, 27, 66
	Порублено и сожжено (пожар для расчистки площади)	48,4	62,7	53, 24, 71
Все «прочие» умеренные леса		50,4	53,7	43, 56

Таблица 1.8 (продолжение) Потребление топливной биомассы (мертвое органическое вещество плюс живая биомасса) для пожаров в диапазоне типов растительности; тонны сухого вещества/га

(Использовать в уравнении 1.13 для оценки производства количеств 'МВ•Сf', т.е. абсолютного количества)

Тип растительности	Подкатегория	Среднее значение	Систем. ошибка	Ссылки
Кустарники	Кустарники (общие)	26,7	4,2	43
	Полынно-кустарниковая полупустыня	5,7	3,8	66
	Мелкий кустарник	12,9	0,1	70, 66
Все кустарниковые земли			14,3	9,0
Прочие типы растительности	Торфяники	41	1,4	68, 33
Сельскохозяйственные остатки (выжигание полей после уборки урожая)	Пожнивные остатки пшеницы		4,0	См. примечание b
	Пожнивные остатки кукурузы		10,0	См. примечание b
	Пожнивные остатки риса		5,5	См. примечание b
	Сахарный тростник a		6,5	См. примечание b
* Сгорание только приземного слоя b Экспертная оценка, проведенная авторами.				

Таблица 1.9 Коэффициенты выбросов (г/кг сухого сжигаемого вещества) для различных типов сжигания указанные значения являются средними значениями \bar{x} среднеквадратические отклонения и основаны на всестороннем анализе проведенном ANDREAE И MERLET (2001 Г.)

(Использовать как количественное значение для 'Gef' в уравнении 1.13:

Категория	CO2	CO	CH4	N2O	NOX
Саванна и пастбища	1613 \bar{x} 95	65 \bar{x} 20	2,3 \bar{x} 0,9	0,21 \bar{x} 0,10	3,9 \bar{x} 2,4
Сельскохозяйственные отходы	1515 \bar{x} 177	92 \bar{x} 84	2,7	0,07	2,5 \bar{x} 1,0
Внетропический лес	1569 \bar{x} 131	107 \bar{x} 37	4,7 \bar{x} 1,9	0,26 \bar{x} 0,07	3,0 \bar{x} 1,4
Сжигание биотоплива	1550 \bar{x} 95	78 \bar{x} 31	6,1 \bar{x} 2,2	0,06	1,1 \bar{x} 0,6

Примечание: Категория «внетропический лес» включает в себя все остальные типы леса.
Примечание: Для горения недревесной биомассы на пастбищах и возделываемых землях нет необходимости оценивать и указывать в отчетности выбросы CO₂, так как предполагается, что связанные с биомассой годовые поглощения CO₂ (при росте) и выбросы CO₂ (при разложении или пожарах) сбалансированы (см. о синхронности в разделе 2.4).

Таблица 1.10 Значения коэффициентов сгорания (часть потребленной биомассы до выжигания) для выжигания в диапазоне растительности

(Значения в столбце «среднее значение» должны использоваться как количественные значения для 'Cf' в уравнении 1.13)

Тип растительности	Подкатегория	Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение	Ссылки
Прочие умеренные леса	Сжигание порубочных остатков после лесозаготовки	0,62	0,12	55, 19, 27, 14
	Порублено и сожжено (пожар для расчистки площади)	0,51	-	53, 24, 71
Все «прочие» умеренные леса		0,45	0,16	53, 56

Таблица 1.10 (продолжение) значения коэффициентов сгорания (часть потребленной биомассы до выжигания) для выжигания в диапазоне растительности

(Значения в столбце «среднее значение» должны использоваться как количественные значения для 'Cf' в уравнении 1.13)

Тип растительности	Подкатегория	Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение	Ссылки
--------------------	--------------	------------------	-------------------------------	--------

			отклонение	
Кустарники	Кустарники (общие)	0,95	-	44
	Мелкий кустарник	0,61	0,16	70, 44
Прочие растительности	Торфяники	0,50	-	20, 44
Сельскохозяйственные остатки (выжигание полей после уборки урожая)	Пожнивные остатки пшеницы	0,90	-	См. примечание b
	Пожнивные остатки кукурузы	0,80	-	См. примечание b
	Пожнивные остатки риса	0,80	-	См. примечание b
	Сахарный тростник a	0,80	-	См. примечание b
* Сгорание только приземного слоя b Экспертная оценка.				

Уровень 2 расширяет возможности уровня 1 за счет детализированных оценок площади (по типам и подкатегориям растительности), а также конкретных оценок коэффициентов сгорания и выбросов для каждой страты. Выжигаемую площадь оценивают с помощью данных дистанционного зондирования, имеющих пространственное и временное разрешение и проанализированных соответственно устойчивой модели выборки. При оценке выжигаемой площади учитываются изменения, происходящее от месяца к месяцу.

Метод уровня 3 базируется на моделях с алгоритмами для получения карт выжигаемой площади регионального масштаба с использованием спутниковых данных среднего пространственного разрешения, получаемых из различных источников. Результаты проверяются с использованием данных высокого пространственного разрешения, дополненных полевыми измерениями и уточненных на основе результатов проверки и замечаний от практических пользователей. Для получения оценок выжигаемой площади может быть разработан выборочный подход. Площади пастбищ, остающихся пастбищами, и соответствующие коэффициенты сгорания и выбросов стратифицируются.

1.1.4.1 Выбор коэффициентов выбросов

При подходе уровня 1 для каждого иного, чем CO₂, парникового газа представлены значения по умолчанию коэффициентов сгорания в таблице 1.10 и коэффициентов выбросов

в таблице 1.9. Значение таблицы 1.8 используется в качестве «доли фактически сожженного топлива» в уравнении 1.13. Данные уровня 1 являются обобщенными и необходимо стратифицировать площади пастбищ, подвергшихся выжиганию биомассы, по типам растительности (местность, покрытая кустарником; редколесье; пастбище), а также в соответствии с периодом выжигания (ранний сухой сезон, или средний/поздний сухой сезон). Если пастбище стратифицируется по типу растительности и подкатегории, то используется данные таблицы 1.8 значения по умолчанию для потребления биомассы, которые дают оценку произведения доступного топлива и доли фактически сожженной биомассы (эквивалент произведения значений MV и Cf в уравнении 1.13).

При использовании подхода уровня 2 используют конкретные по стране коэффициенты сгорания и выбросов, разработанные для каждого типа пастбищ (местность, покрытая кустарником; редколесье; пастбище) и каждой из подкатегорий (если применимо).

Для метода уровня 3 разрабатываются алгоритмы для оценки выжигаемой площади, которые проверяют полученные продукты с помощью данных полевой съемки и консультаций с пользователями этих продуктов.

1.1.5 Оценка неопределенностей

В кадастрах углерода существуют два источника неопределенности:

1) данные по землепользованию и хозяйственной деятельности и в данных об окружающей среде;

2) неопределенности в увеличении и потере углерода, запасах углерода и слагаемых коэффициентов разрастания, изменения запаса/выбросов для подходов уровня 2, ошибка структуры/параметра модели, основанных на использовании моделей подходов уровня 3 или ошибка измерения/изменчивость выборки, связанная с основанными на измерениях кадастрами уровня 3.

Точность кадастра повышается, а доверительный размах уменьшается с увеличением числа выборок для оценки значений для каждой категории. Уменьшение отклонения (т.е. повышение точности) достигается через разработку кадастра более высокого уровня, который включает в себя информацию страны. Оценки ошибок (т.е. среднеквадратическое отклонение, среднеквадратическая ошибка или диапазоны) рассчитываются для каждого из слагаемых, используемых в основной оценке неопределенности.

Неопределенность в данных по землепользованию и управлению должна быть скомбинированная с неопределенностями для значений по умолчанию коэффициентов и эталонных запасов углерода с помощью соответствующих методов, например, простых уравнений распространения ошибок.

Расчет при подходе уровня 2 должен использовать информацию по стране в целях уменьшения отклонения. Эффективная практика заключается в оценке зависимостей между коэффициентами, эталонными запасами углерода или данными по землепользованию и хозяйственной деятельности. Сильные зависимости характерны для данных о землепользовании и хозяйственной деятельности, так как практики хозяйствования имеют тенденцию к коррелированию во времени и пространстве.

Модели уровня 3 являются более сложными, и простые уравнения распространения ошибок могут оказаться неэффективными при количественном выражении соответствующих неопределенностей в результирующих оценках. Неопределенности кадастров уровня 3 оцениваются с помощью данных о дисперсии выборок, оцениваемой ошибки измерений и других соответствующих источников неопределенности.

Неопределенности, связанные с коэффициентами разрастания, для содержания углерода в древесной и травянистой биомассе относительно малы и составляют от 2 до 6 %. Для оценок уровней 2 и 3 используются национальные значения. Применение значений эталонных запасов углерода и коэффициентов изменений запасов могут отличаться высокими уровнями неопределенности, в частности, отклонениями.

Значения по умолчанию представляют собой усредненные значения для воздействий землепользования и управления или значения эталонных запасов углерода, которые могут отличаться от соответствующих значений по конкретным участкам. Эффективная практика для стран заключается в оценке неопределенностей их коэффициентов по умолчанию для наземной и подземной биомассы.

Подходы уровней 2 и 3 требуют оценки площадей для различных климатических регионов или систем управления пастбищами. Данные с высоким разрешением снижают уровни неопределенности в увязке с коэффициентами накопления углерода, определенными для земельных баз данных более подробного масштаба.

Использование обобщенной статистики в отношении площади землепользования приводит к тому, что неопределенность по умолчанию составляет $\approx 50\%$. Эффективная практика заключается в снижении неопределенностей на основе данных о деятельности по стране вместо использования уровня по умолчанию. Для уровней 2 и 3 использование данных о деятельности с более высоким разрешением (оценки площади для климатических регионов или систем управления пастбищами) снижает уровни неопределенности, когда все необходимые параметры накопления/потерь углерода стратифицированы.

Неопределенности в статистике данных о землепользовании снижаются с помощью совершенствования национальной системы, развивая или расширяя наземные съемки с введением дополнительной выборки и/или дистанционного зондирования для обеспечения дополнительного покрытия. Эффективная практика заключается в создании системы классификации, которая отражает деятельности по землепользованию и управлению с достаточным размером выборки для минимизации неопределенности в национальном масштабе.

В кадастрах углерода почв существуют три источника неопределенности: 1) неопределенности в данных по землепользованию и хозяйственной деятельности и в данных об окружающей среде; 2) неопределенности в эталонных запасах углерода почвы при использовании подхода уровня 1 или 2 (только для минеральных почв); и 3) неопределенности в коэффициентах изменения запасов и выбросов для подходов уровня 1 или 2, ошибка структуры/параметра модели для подходов уровня 3 или ошибка измерения / изменчивость выборки, связанная с измерениях кадастрами уровня 3. Точность кадастра повышается, а доверительный размах уменьшается с увеличением числа выборок для оценки значений для трех широких категорий, тогда как уменьшение отклонения (т.е. повышение точности) достигается через разработку кадастра более высокого уровня.

Для уровня 1 неопределенности, связанные с эталонными запасами углерода, указаны в первой сноске к таблице 1.4, неопределенности коэффициентов выбросов для органических почв указаны в таблице 1.6, а неопределенности коэффициентов изменений запасов - в таблице 1.5.

Уровень неопределенности по умолчанию составляет $\approx 50\%$ при использовании обобщенной статистики в отношении площади землепользования для данных о деятельности (например, данные ФАО). Эффективная практика заключается в выводе неопределенностей для данных о деятельности по стране вместо использования уровня по умолчанию. Отклонения могут быть уменьшены с помощью использования метода уровня 2 страновым коэффициентам или разработкой системы оценки уровня 3.

Неопределенности в статистике о землепользовании снижаются с помощью совершенствования национальной системы, развивая или расширяя наземную съемку с дополнительной выборкой и/или дистанционным зондированием для обеспечения дополнительного покрытия. Эффективная практика заключается в создании классификации, отражающая деятельность по землепользованию и управлению с достаточным размером выборки для минимизации неопределенности.

На уровне 2 в целях уменьшения отклонения используется информация страны. Эффективная практика заключается в оценке зависимостей между коэффициентами, эталонными запасами углерода или данными по землепользованию и хозяйственной деятельности. Сильные зависимости характерны для данных о землепользовании и хозяйственной деятельности, так как практики хозяйствования имеют тенденцию к коррелированию во времени и пространстве. Комбинирование неопределенностей для коэффициентов изменения запасов / выбросов, эталонных запасов углерода и данных о деятельности может осуществляться с использованием соответствующих методов, таких как простые уравнения распространения ошибок или методы Монте-Карло.

Модели уровня 3 являются более сложными, и простые уравнения распространения ошибок могут оказаться неэффективными при количественном выражении соответствующих неопределенностей в результирующих оценках.

Существует несколько источников неопределенностей, связанных с оценками иных, чем CO₂, выбросов в результате сжигания биомассы на пастбищах, остающихся пастбищами. Основным источником неопределенности при оценке вклада сжигания биомассы в выбросы малых газовых составляющих являются размеры площади выжигания, интенсивность пожара и темпы его распространения. Оценки точности расходятся в широких пределах и зависят от точности оценок выжигаемой площади, доли окисленного доступного топлива и доступного топлива биомассы. Неопределенности оценок выжигаемой площади может зависеть от используемой методологии, например, при использовании дистанционного зондирования высокого разрешения неопределенность может быть порядка 20%, тогда как использование карт глобальных пожаров может привести к двукратным неопределенностям. Неопределенности в оценках выбросов парниковых газов от пожаров на больших территориях обычно достигают, по меньшей мере, 50% даже при наличии хороших данных по стране и, по меньшей мере, двукратных значений при использовании только данных по умолчанию.

1.2 Земли, переустроенные в пастбища

Земли, переустроенные в пастбища, включают лесные площади или прочие категории землепользования, переустроенные в пастбища в течение последних 20 лет. Кадастр парниковых газов для категории земель, переустроенных в пастбища (L_G), включает оценку изменений запасов углерода для пяти углеродных резервуаров (надземная биомасса, подземная биомасса, валежная древесина, подстилка и органическое вещество почвы), а также выбросов иных, чем CO₂, газов. Основные источники выбросов и поглощений парниковых газов в данной категории связаны с изменением землепользования и управлением.

При расчетах для всех уровней требуются оценки земельных площадей, переустроенных в пастбища. Данные о площади используются для расчетов биомассы и для оценок углерода мертвого органического вещества и почв. Эти данные можно обобщить, с тем, чтобы соответствовать требуемому пространственному масштабу для оценок биомассы

более низкого порядка. Однако на более высоких уровнях при стратификации следует учитывать основные типы почв.

Для обеспечения полноты и согласованного представления, переустроенных за год земель, проводится перекрестная проверка для исключения возможных упущений или двойного учета. Данные делят по общим климатическим категориям и типам пастбищ. Кадастры уровня 3 требуют более подробную информацию о закладке новых пастбищ с уточненными данными по классам почвы, климату и пространственно-временному разрешению. Все изменения, произошедшие за ряд лет, выбранных в качестве переходного периода, должны включать переходы, происшедшие раньше упомянутого переходного периода (20 лет по умолчанию), которые помещаются в подразделе пастбищ, остающихся пастбищами. Для более высоких уровней требуется большая детализация, но минимальные требования к кадастрам заключаются в том, что площади переустройства леса определяются отдельно, так как леса обычно имеют более высокую плотность углерода до переустройства. Здесь необходимо частичное знание матрицы изменений землепользования, а при использовании подходов 1 и 2 для оценки земельной площади требуются дополнительные обследования для определения площади земель, переустраиваемых из лесных площадей в пастбища. Обследования дают более точные результаты определения площадей, подвергающихся переустройству, чем оценка по разности в общей площади земли, находящейся в конкретном пользовании в различные сроки.

Для уровня 1 необходимы оценки площадей, переустроенных в пастбища из первичных видов землепользования (т.е. лесные площади, возделываемые земли, поселения и т.д.) в конечный тип пастбища. Оценки площадей основаны на временном периоде в один год, по истечении которого они переходят в категорию пастбищ, остающихся пастбищами. Если оценки площадей проводятся для более длительного периода времени, то их переводят в среднегодовые площади, с тем чтобы соответствовать используемым значениям запасов углерода. Если данные отсутствуют, то частичные выборки экстраполируются на всю земельную базу, или исторические оценки переустройства экстраполируются по времени, основываясь на заключении экспертов. Можно полагаться на информацию о средних темпах сведения лесов и переустройства землепользования в пастбища из международных источников, включая ФАО. При подходах уровня 1 можно используются среднегодовые темпы переустройства и расчетные площади вместо непосредственных оценок.

Эффективная практика заключается в использовании оценок действительных площадей для всех возможных переустройств из начального типа землепользования к конечному типу пастбищ. Полная отчетность достигается с помощью анализа периодических снимков, полученных в ходе дистанционного зондирования землепользования, и характера растительного покрова земли и/или периодической наземной выборки характера землепользования, или же с помощью гибридных систем составления кадастров.

Данные о деятельности, используемые при расчетах уровня 3 обеспечивают полный учет всех переходов землепользования в пастбища и детали для учета различных условий в рамках страны. Детализация данных проводится в соответствии с административными границами, площадью биома, климатической зоной или по сочетанию этих параметров.

В целях оценки изменения запасов почвенного углерода оцениваемая площадь для земель, переустроенных в пастбища, стратифицируется в соответствии с основными климатическими регионами и типами почв. Это может быть выполнено наложением соответствующих климатических и почвенных карт и подробных пространственных данных о местоположении переустройств земель.

Важным моментом в оценке запасов органического углерода в почве являются данные о типе землепользования и хозяйственной деятельности. Данные о деятельности, собранные с использованием подхода 2 или 3 составляют основу для определения предыдущего

землепользования для земель, классифицируемых в качестве земель, переустроенных в пастбища. Обобщенные данные (подход 1) дают только общую площадь в каждом землепользовании в начале и в конце периода кадастра (например, 1985 и 2005 гг.). Таким образом, данные подхода 1 недостаточны для определения конкретных переходов между категориями землепользования без привлечения дополнительной информации, обозначающей схему изменения землепользования. Поэтому, предыдущее землепользование до переустройства в пастбища будет неизвестно. При использовании метода уровня 1 или 2 предполагают ступенчатое изменение из одного равновесного состояния в другое. Таким образом, при обобщенных данных (подход 1) изменения в запасах почвенного органического углерода рассчитываются отдельно для каждой категории землепользования; затем результаты складываются для получения общего изменения запасов для всех объединенных землепользований. Оценка изменения почвенного запаса углерода будет эквивалентна результатам, полученным с использованием данных о деятельности подхода 2 (или 3) (полная матрица изменений землепользований), однако оценка тенденций изменения запаса углерода считается обоснованной после объединения оценок запасов для всех землепользований. Запасы увеличиваются или уменьшаются с изменениями земельной площади в пределах отдельных землепользований, но это компенсируется поступлениями или потерями в других землепользованиях и, следовательно фактического изменения запаса в резервуаре почвы для страны не будет. Таким образом, при обобщенных данных подхода 1 обеспечивается согласованность между всеми земельными секторами для обеспечения постоянства общей земельной базы во времени. При этом в пределах отдельных секторов на протяжении каждого года кадастра какие-то земельные площади будут утеряны, а какие-то – приобретены в связи с изменением землепользования.

При обобщенных данных о деятельности (подход 1) нельзя определить количество возделываемых земель под однолетними культурами, переустроенных в пастбища. Поэтому применяются коэффициенты изменений запасов для пастбищ без учета относительно медленных темпов поступлений углерода в случае недавно переустроенных возделываемых земель под однолетними культурами, что приводит к переоценке поступления углерода за 20-летний период, особенно при использовании метода уровня.

Для применения кадастра, основанного на динамических моделях и/или данных непосредственных измерений, на уровне 3 требуются аналогичные или более подробные по сравнению с методами уровней 1 и 2 сведения о сочетаниях данных, касающихся климата, почвы, топографии и управления. При этом точные требования зависят от используемой модели или схемы измерений.

С землями, переустроенными в пастбища на органических почвах, в течение временного периода кадастра обращаются как с пастбищами, остающимися пастбищами на органических почвах.

Аналогично случаю с минеральными почвами для подходов уровня 3 требуются более подробные по сравнению с методами уровней 1 и 2 сведения о сочетаниях данных, касающихся климата, почвы, топографии и управления, но при этом точные требования будут зависеть от используемой модели или схемы измерений.

Данные о деятельности, необходимые для оценки выбросов парниковых газов в результате сжигания биомассы, относятся к площади, затрагиваемой этой деятельностью. Необходимо стратифицировать площадь, переустроенную в пастбища, с разделением на переустроенные лесные площади и пастбища, так как количество доступного для горения топлива может сильно варьировать от одной категории землепользования к другой. Для уровня 1 оцениваются площади, переустроенные в пастбища из первичных землепользований (лесные площади, возделываемые земли и т.д.). Переустройства оцениваются на ежегодной основе. Оценки могут быть получены с помощью ряда подходов: 1) применение темпов

переустройства в пастбища к суммарной переустроенной за год площади (темпы переустройства могут быть оценены на основе исторических знаний, заключения экспертов страны и/или выборок переустроенных площадей, а также оценки конечного землепользования); или 2) использование данных из международных источников, таких как ФАО, для оценки лесных площадей возделываемых земель, которые переустраиваются за год, а также использование экспертного заключения для оценки доли от этой площади, переустроенной в пастбища.

Рекомендуется по-возможности использовать оценки фактических площадей для всех возможных переустройств в пастбища. Данные мультитременного дистанционного зондирования достаточного разрешения обеспечивают более лучшие оценки переустройства землепользования по сравнению с подходами, введенными на уровне 1. В основе анализа лежит полный охват территории или отобранные репрезентативных выборки, по данным которых получают оценки площади, переустроенной в пастбища, по всей территории. Данные о деятельности на уровне 3 основаны на оценки суммарной годовой площади, переустроенной в пастбища (из лесных площадей, возделываемых земель или прочих категорий землепользования). Данные детализируются в соответствии с типом биома, климата и политическими границами или по сочетанию этих параметров

1.2.1 Биомасса

Изменения в запасе углерода в биомассе при переустройстве земель в пастбища происходят в результате удаления существующей растительности и замены ее пастбищной растительностью. Переустройство земель в пастбища приводит к переносу углерода от одного резервуара к другому. Учитываются все переносы, а поступления и потери для резервуаров в процессе перехода к новому устойчивому состоянию рассматриваются при составлении отчетности по землям, переустроенным в пастбища.

Для оценки изменений в запасах углерода биомассы для земель, переустроенных в пастбища, требуется двухфазный подход. В биомассе происходит резкое изменение, связанное с изменением землепользования, когда изменение заранее спланировано и связано с операциями по подготовке земель (например, расчистка и сжигание). Это резкое изменение рассматривается как фаза 1 и оценивается в год переустройства.

На второй фазе (фаза 2) учитываются постепенные потери и поступления биомассы в течение переходного периода к новой устойчивой системе. В некоторый момент времени экосистема пастбища достигает равновесия, когда она начинает рассматриваться в категории пастбищ, остающихся пастбищами, и учитывается под этой категорией. Следующий за переустройством 20-летний переходной период представляет собой установленный по умолчанию период нахождения в переходной категории, однако определяется подходящий переходный период по усмотрению. Значения коэффициентов, определяющих темпы выбросов зависят от использованного переходного периода.

Для учета переходного периода земли, переустроенные в пастбища, рассматриваются по группам с одинаковыми годами переустройства. Т.е. земли, переустроенные в заданный год учитываются с помощью методов фазы 1 в год переустройства и с помощью методов фазы 2 в течение последующих 19 лет. К концу 20-летнего периода земельная площадь для этого заданного года добавляется к земельной площади, учитываемой в категории пастбищ, остающихся пастбищами. В том случае, если на некоторых землях, переустроенных в пастбища, не будет резкого перехода (например, заброшенные возделываемые земли, преобразуемые в пастбища), то метод фазы 1 не подходит и происходит постепенный переход

резервуаров биомассы к новому равновесию. При таком типе переустройства, расчет производится методами фазы 2.

Эффективная практика заключается в разделении переносов углерода между резервуарами при резком переходе. Данные о воздействиях деятельности по переустройству земель на пять запасов углерода сводятся в «матрицу возмущений». Матрица описывает удержание, переносы и выбросы углерода для резервуаров исходной экосистемы, происходящие вслед за переустройством в пастбища и определяет для каждого резервуара долю углерода, которая остается в данном резервуаре, и долю, которая переносится в другие резервуары. Возможно лишь небольшое число переходов, которые указаны в таблице 1.11. При постоянных темпах переустройства земель допущение о том, что весь углерод в этих резервуарах теряется во время переустройства, является первым приближением. Если темпы переустройства земель меняются во времени, то эффективная практика заключается в учете переноса и высвобождения углерода среди различных резервуаров углерода и в обеспечении учета всего углерода.

При немедленном и резком изменении запасов углерода в биомассе вследствие переустройства в пастбища влияние этого переустройства оценивается с использованием уравнения 1.13.

Уравнение 1.13

Начальное изменение в запасах углерода в биомассе на земле, переустроенной в другую категорию

$$\Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}} = \sum_{i=1}^n [(V_{\text{ПОСЛЕ}i} - V_{\text{ДО}i}) \cdot \Delta A_{\text{В_ДРУГИЕ}i}] \cdot C_F$$

где:

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

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

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

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

C_F - доля углерода в сухом веществе (с.в.); тонны С /тонна с.в.),

i - тип землепользования, переустроенного в другую категорию землепользования.

Расчет $\Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}}$ применяется отдельно для оценки запасов углерода, имеющих на конкретных типах земли (экосистемы, типы участков и т.д.), до их переустройства.

$\Delta A_{\text{В_ДРУГИЕ}i}$ относится к определенному году кадастра, для которого выполняются расчеты, однако земля, подвергшаяся переустройству, должна оставаться в категории переустройства в течение 20 лет или иного периода, используемого в кадастре.

В кадастрах, использующих методы более высоких уровней, используется матрица возмущений (таблица 1.11) для переустройства землепользования, предназначенная для количественного определения доли каждого резервуара углерода перед переустройством, которая переносится в другие резервуары, выбрасывается в атмосферу (например, при сжигании лесосечных отходов) или изымается иным образом во время заготовки лесоматериалов или расчистки земли.

Благодаря использованию национальных данных и более детализированных подходов уравнения 1.13 обеспечивает более точные оценки, чем методы уровня 1 с данными по умолчанию. Улучшение или повышение точности достигается за счет использования национальных данных на площадях с переходами землепользования и определенных для страны значений запасов углерода. Поэтому подходы уровня 2 и 3 включают оценки, в

которых используются подробные данные по земельной площади и определенные для региона значения запасов углерода.

Таблица 1.11 Пример простой матрицы (уровень 2) для воздействий возмущений на резервуары углерода

От К	Надземная биомасса	Подземная биомасса	Валежная древесина	Подстилка	Органическое вещество почвы	Заготовленные лесоматериалы	Атмосфера	Сумма ряда (должна равняться 1)
Надземная биомасса	A		B	C	D	E	F	1
Подземная биомасса								1
Валежная древесина								1
Подстилка								1
Органическое вещество почвы								1

Ввести значение, соответствующее части каждого резервуара в левой стороне матрицы, которая переносится к резервуару, указанному вверху каждого столбца. Все резервуары в левой стороне матрицы должны включать полную популяцию, и сумма значений в каждом ряду должна быть равна 1.

Невозможные переходы зачернены.

Примечание: Для обозначения ячеек используются буквы от А до F; при ссылках на эти ячейки в тексте указываются их буквенные обозначения.

Для оценки изменений в биомассе требуется оценка изменений в надземной растительности и изменений в подземной биомассе. Эффективная практика заключается в использовании подхода уровня 2 или уровня 3.

Изменение в запасе углерода биомассы на землях, переустроенных в пастбища, на уровне 1 оценивается с помощью уравнения 1.14.

Уравнение 1.14

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 C/год,

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

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

Среднее изменение запасов углерода равно изменению запасов углерода вследствие удалений биомассы от первоначального землепользования (т.е. углерод в биомассе после переустройства минус углерод в биомассе до переустройства) плюс запасы углерода от

наращивания биомассы после переустройства. В качестве упрощения для уровня 1 предполагается, что вся биомасса из предыдущей экосистемы теряется немедленно после переустройства (уравнение 1.15) даже при отсутствии резкого изменения, таким образом, остаточная биомасса ($V_{\text{ПОСЛЕ}}$) принимается равной нулю (т.е. земля очищена от всей прежней растительности до высева пастбищных культур). Следовательно, отсутствует перенос биомассы из резервуара биомассы в резервуар, например, валежной древесины. При расчетах используются значения по умолчанию для биомассы до переустройства, которые даны для соответствующих областей землепользования.

Уравнение 1.15

Начальное изменение в запасах углерода в биомассе на земле, переустроенной в другую категорию

$$\Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}} = \sum_i \{ (V_{\text{ПОСЛЕ}i} - V_{\text{ДО}i}) \cdot \Delta A_{\text{В ДРУГИЕ}i} \} C_F$$

где:

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

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

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

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

C_F - доля углерода в сухом веществе (с.в.); тонны С / (тонна с.в.),

i - тип землепользования, переустроенного в другую категорию землепользования.

Расчет $\Delta C_{\text{КОНВЕРСИЯ}}$ применяется отдельно для оценки запасов углерода, имеющих на конкретных типах земли (экосистемы, типы участков и т.д.), до их переустройства. $\Delta A_{\text{В ДРУГИЕ}i}$ относится к определенному году кадастра, для которого выполняются расчеты. Однако земля, подвергшаяся переустройству, должна оставаться в категории переустройства в течение 20 лет или иного периода, используемого в кадастре.

В кадастрах, использующих методы более высоких уровней, устанавливается матрица возмущений (таблица 1.11) для переустройства землепользования, предназначенная для количественного определения доли каждого резервуара углерода перед переустройством, которая переносится в другие резервуары, выбрасывается в атмосферу или изымается иным образом во время заготовки лесоматериалов или расчистки земли.

Предполагается, что пастбища достигнут устойчивого состояния по биомассе в течение первого года после переустройства. Для уровня 1 отсутствуют связанные с фазой 2 изменения запасов, хотя переустроенные в пастбища земли должны оставаться в категории переустройства в течение 20-летнего переходного периода, так как для достижения равновесия запасам почвы требуется больше времени. Следовательно, связанные с биомассой выбросы и поглощения в расчетах фазы 2 равны нулю. Если на протяжении переходной фазы происходят значительные изменения в управлении, то учитывают воздействие этих изменений на запасы углерода в биомассе, используя методы уровня 2 из раздела «Пастбища, остающиеся пастбищами».

Расчеты уровня 2 структурно отличаются от расчетов уровня 1.

Во-первых, в оценках уровня 2 используется двухфазный подход, метод основан на оценках биомассы для начального и конечного землепользования, а не на значениях по умолчанию. Оценки по площади детализированы с использованием пространственных масштабов более высокого разрешения по сравнению с уровнем 1 для того, чтобы отразить региональные вариации в пастбищных формациях страны.

Во-вторых, в рамках уровня 2 изменяют предположение о том, что запасы биомассы сразу же после переустройства равны нулю. Это позволяет учитывать переходы в землепользовании, когда лишь некоторая часть (но не вся) растительности удаляется с земель начального землепользования. Метод позволяет учитывать накопления биомассы после закладки пастбища в течение периода в несколько лет (вместо учета изменения всех запасов биомассы в год переустройства) и при наличии данных проводить оценку за период полного установления биомассы и годовых изменений запасов.

В-третьих, в рамках уровня 2 эффективная практика заключается в разделении переносов углерода между резервуарами. При более или менее постоянных темпах переустройства земель допущение о потере углерода в резервуарах теряется во время переустройства, является целесообразным в первом приближении. Если темпы переустройства земель меняются во времени, то следует учитывать перенос и высвобождение углерода из резервуаров подстилки, валежной древесины и почвенного углерода. Поэтому необходимо выделять непосредственные потери в связи с деятельностью по переустройству от потерь, происходящих в последующие годы после переустройства.

Непосредственное и резкое изменение в запасе углерода биомассы, связанное землями, переустроенными в пастбища, на уровнях 2 и 3 оценивается с помощью уравнения 1.15, в котором слагаемое $V_{\text{ПОСЛЕ}}$ принято равным нулю.

Для оценки изменений в запасах углерода биомассы в течение переходного периода предлагаются два метода: При этом используются те же уравнения, что и для уровня 2 в разделе пастбищ, остающихся пастбищами.

Метод поступлений-потерь (см. уравнение 1.2): Метод включает оценку площади для каждого типа переустройства земель и среднегодового переноса в запасы биомассы и из них. Для этого необходимы:

- i) оценка площади под землями, переустроенными в пастбища, в соответствии с различными климатическими или экологическими зонами, или типами пастбищ, режимом возмущения, режимом управления, или другими факторами, существенно влияющими на резервуары углерода биомассы;
- ii) данные количества биомассы, накапливающейся в запасах биомассы; и
- iii) данные количества биомассы, теряемой из запасов биомассы, в расчете на гектар соответственно различным типам пастбищ.

Метод разности запасов (см. уравнение 1.3): Данный метод включает оценку площади земель, переустроенных в пастбища, и запасов биомассы в два момента времени t_1 и t_2 . Изменения запасов биомассы для года кадастра получаются делением изменений запаса на период времени (в годах) между двумя измерениями.

Методы уровня 3 используются в случае, если имеются конкретные коэффициенты выбросов и достаточные национальные данные. Для уровня 3 разрабатываются свои собственные методологии и параметры для оценки изменений в биомассе.

1.2.1.1 Выбор коэффициентов выбросов/поглощений

Для методов уровня 1 требуются оценки биомассы землепользования перед переустройством и после него. Действует предположение, что вся биомасса расчищена при подготовке места для использования в качестве пастбищ, и значение по умолчанию для биомассы непосредственно после переустройства составляет 0 тонн/га. Значения по умолчанию для биомассы:

- лесные площади до расчистки;
- возделываемые земли с многолетними древесными культурами; и

- возделываемые земли с однолетними культурами: использовать значение по умолчанию 4,7 тонн С /га или 10 тонн с.в. /га; диапазон ошибки, связанный с этими значениями по умолчанию, составляет +75%.

В таблице 1.12 представлены значения по умолчанию для биомассы после переустройства. В пределах каждого региона наблюдаются вариации, главным образом связанные с количеством осадков и текстурой почвы. Эти значения по умолчанию имеют высокие значения ошибки, и составители должны использовать наилучшие из имеющихся местных данных для оценки биомассы пастбищ.

Таблица 1.12 Запасы биомассы по умолчанию, имеющиеся на пастбищах после переустройства из других землепользований

Климатическая зона МГЭИК	Максимум надземной биомассы¹ (тонны с.в. /га)	Суммарная (надземная и подземная) недревесная биомасса²	Ошибка ³
Холодная умеренная - сухая	1,7	6,5	±75%
Холодная умеренная - влажная	2,4	13,6	±75%
Теплая умеренная - сухая	1,6	6,1	±75%
Теплая умеренная - влажная	2,7	13,5	±75%

1 Данные для биомассы травостоя составлены по многолетним средним значениям, сообщаемым по пастбищным участкам, зарегистрированным в базе данных ORNL DAAC NPP database [<http://www.daacsti.ornl.gov/NPP/>].

2 Значения суммарной надземной и подземной биомассы основываются на максимальных значениях надземной биомассы и отношениях подземной биомассы к надземной биомассе.

3 Представляет номинальную оценку ошибки, эквивалентную двум среднеквадратическим отклонениям, в виде процентной доли от среднего значения.

Эффективная практика заключается в использовании оценок по стране для запасов биомассы и выбросов/поглощений вследствие переустройства земель, а также включает оценки потерь на месте произрастания и за его пределами вследствие сжигания и разложения после переустройства земель в пастбища. Эти усовершенствования основаны на систематических исследованиях содержания углерода, а также выбросов и поглощений, связанных с землепользованиями и преобразованиями землепользований в рамках региона, и пересмотра допущений по умолчанию относительно условий страны.

Для подхода уровня 2 требуются конкретные данные по биомассе для молодых пастбищ. Эти данные получают с помощью ряда методов, включая оценку плотности (например, лесной покров) древесной и травянистой растительности по данным аэрофотосъемки или же спутниковым снимкам высокого разрешения и наземным измерениям участков. Видовой состав, плотность и соотношение надземной и подземной биомассы варьируют для разных типов пастбищ и условий, и эффективным способом является стратификация деятельности по выборке и съемке по типам пастбищ.

Для учета изменений запасов углерода при переустройстве земель в пастбища необходимо отслеживать динамику подземной биомассы. Проведение оценки подземной биомассы является важным компонентом обследований биомассы пастбищ, но принимая во

внимание сложность и трудность полевых измерений и трудными, часто используются коэффициенты разрастания для оценки подземной биомассы по надземной биомассе.

Соотношение массы корней и побегов меняется в широком диапазоне как для отдельных видов, так и в масштабах сообщества. Рекомендуется использовать, полученные эмпирическим путем соотношения массы корней и побегов, конкретные для региона или типа растительности.

В таблице 1.13 представлены соотношения массы корней и побегов по умолчанию для основных пастбищных экосистем мира.

Таблица 1.13 Коэффициенты разрастания по умолчанию (отношение подземной биомассы к надземной биомассе [R]) для основных пастбищных экосистем мира

Категория землепользования	Тип растительности	Примерная климатическая зона МГЭИК1	R [тонны с.в. подземной биомассы / (тонна с.в. надземной биомассы)]	n	Ошибка2
Пастбищные угодья	Пастбища степей/тундры/прерий	Холодная умеренная - влажная Теплая умеренная - влажная	4,0	7	±150%
	Полузасушливые пастбища	Холодная умеренная - сухая Теплая умеренная -	2,8	9	+95%
Прочие	Редколесье/саванна		0,5	19	±80%
	Площадь, покрытая кустарником		2,8	9	+144%
<p>1 Классификация исходных данных проведена по типам биома пастбищ, и таким образом соответствие климатическим зонам МГЭИК является приближенным.</p> <p>2 Оценки ошибки представлены как двойное среднеквадратическое отклонение в виде процентной доли от среднего значения.</p>					

Подходы уровня 3 состоят в использовании сочетания динамических моделей с данными измерений для кадастров изменений запасов биомассы. Здесь не используются простые изменения запасов или коэффициенты выбросов. Оценочные значения выбросов/поглощений, с использованием основанных на моделях подходов, получают по результатам расчета нескольких уравнений, которые оценивают результирующее изменение запасов биомассы в рамках этих моделей. Для оценки изменений в запасах или поступлений и отдач могут использоваться модели вместе с периодическими оценками запасов, основанными на выборках, аналогичных тем, которые используются при подробных кадастрах леса.

1.2.1.2 Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2

Ниже приводится краткое перечисление действий для оценки изменения запасов углерода в биомассе (ΔC_B) с использованием методов по умолчанию:

На уровне 1 принимается допущение, что ΔC_G и ΔC_L равны нулю. Следовательно, остается подсчитать единственное слагаемое $\Delta C_{CONVERSION}$, для чего используется уравнение 1.15 для травянистой и древесной биомассы.

Ниже в таблице 1.14 приведены этапы расчетов оценки изменения запасов углерода в биомассе (ΔC_B) для уровня 1.

Таблица 1.14 Перечень действий для оценки изменения запасов углерода в биомассе с использованием методов по умолчанию (Уровень 1)

Этапы	Уровень 1
	Необходимо просчитать только резкое изменение. Согласно допущению все изменения запасов происходят в год переустройства. Следовательно, для переустройств, произошедших через более чем 1 год, но в течение переходного периода, результирующие изменения запасов углерода биомассы равны нулю.
1.	Определить категории переустройств земель, которые используются в оценке, а также репрезентативные площади. Требуются оценки площадей, переустроенных в пастбища - из первичных видов землепользования (т.е. лесные площади, возделываемые земли, поселения и т.д.) в конечный тип пастбища. При расчетах для земель в течение переходной фазы требуется общая площадь земель, переустроенных за предыдущие 20 лет, так как все изменения в запасах углерода биомассы происходят в течение первого года.
2.	Определить категории деятельности, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами.
3.	Для каждой категории деятельности определить травянистую и древесную биомассу (по отдельности) в расчете на гектар до переустройства. При отсутствии данных для подземной биомассы используя отношения подземной биомассы к надземной биомассе для оценки подземной части биомассы. Значения по умолчанию помещены в предыдущем разделе.
4.	Для каждой категории деятельности определить травянистую и древесную биомассу (по отдельности) в расчете на гектар через один год после переустройства в пастбища. При отсутствии данных для подземной биомассы использовать отношения подземной биомассы к надземной биомассе для оценки подземной части биомассы. Значения по умолчанию для травянистой биомассы представлены в таблице 1.12.
5.	Определить содержание углерода для травянистой и древесной биомассы. Значения по умолчанию составляют: 0,50 тонн С / тонна с.в. для древесной биомассы и 0,47 тонн С / тонна с.в. для травянистой биомассы.
6.	Оценить изменение запасов углерода в древесной и травянистой биомассе (отдельно) путем вычитания конечной биомассы от начальной биомассы и умножения этой разницы на репрезентативную площадь для данного вида деятельности и долю углерода в соответствующем компоненте биомассы. Отрицательное значение указывает на увеличение биомассы.

7.	<p>Просуммировать изменения в запасах углерода в древесной и травянистой биомассе для определения результирующего изменения в запасах углерода биомассы для каждой категории деятельности. Для каждого типа переустройства должен рассчитываться промежуточный итог, затем рассчитывается общий итог, который указывается внизу последнего столбца таблицы.</p>
----	---

Далее приведены действия для уровня 2:

Этап 1: Определить категории переустройств земель, которые используются в оценке, а также репрезентативные площади. При расчетах для земель, находящихся в переходной фазе, необходимы репрезентативные площади для каждой категории и при различных стадиях переустройства.

Этап 2: Резкие изменения

- Определить категории деятельности, которые используются в оценке, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами.

- Для каждой категории деятельности определить травянистую и древесную биомассу (отдельно) в расчете на гектар до переустройства. При отсутствии данных для подземной биомассы использовать отношения подземной биомассы к надземной биомассе для оценки подземной части биомассы.

- Для каждой категории деятельности определить травянистую и древесную биомассу (по отдельности) в расчете на гектар через один год после переустройства в пастбища. При отсутствии данных для подземной биомассы использовать отношения подземной биомассы к надземной биомассе для оценки подземной части биомассы.

- Определить содержание углерода для травянистой и древесной биомассы. Значения по умолчанию составляют: 0,50 тонн С / тонна с.в. для древесной биомассы и 0,47 тонн С / тонна с.в. для травянистой биомассы.

- Оценить результирующее изменение древесной и травянистой биомассы в расчете на гектар для каждого типа переустройства путем вычитания конечной биомассы от начальной биомассы и умножения этой разницы на репрезентативную площадь для данного вида деятельности и на долю углерода в соответствующем компоненте биомассы. Отрицательное значение указывает на увеличение биомассы.

- Просуммировать изменения в запасах углерода в древесной и травянистой биомассе для определения результирующего изменения в запасах углерода биомассы для каждой категории деятельности. Для каждого типа переустройства должен быть рассчитан промежуточный итог; затем рассчитывается общий итог.

Этап 3: Переходные изменения

- Определить категории и группы, которые используются в данной оценке, а также репрезентативные площади. Категория состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами.

- Определить годовые темпы изменений для травянистой и древесной биомассы (отдельно) с разделением по типу деятельности, используя либо метод поступлений-потерь, либо метод разности запасов (см. ниже) для каждой группы земель, которые в текущий

момент времени пребывают в переходной фазе между переустройством и новым устойчивым состоянием системы пастбищ.

- Определить травянистую и древесную биомассу для группы на протяжении предыдущего года (данные обычно берутся из предыдущего кадастра).
- Оценить изменение в травянистой и древесной биомассе для каждой группы путем добавления темпов результирующего изменения к запасам предыдущего года.

Метод поступлений-потерь (уравнение 1.2):

- Определить среднегодовое приращение травянистой и древесной биомассы (отдельно).
- Определить среднегодовые потери травянистой и древесной биомассы (отдельно).
- Определить темпы результирующего изменения в травянистой и древесной биомассе путем вычитания потерь из приращений.

Метод разности запасов (уравнение 1.3):

- Определить временной интервал кадастра, средние запасы травянистой и древесной биомассы при начальной инвентаризации и средние запасы травянистой и древесной биомассы при конечной инвентаризации.
- Использовать эти данные для оценки итоговой годовой разности в травянистой и древесной биомассе путем вычитания начального запаса от конечного запаса и деления этой разности на количество лет между инвентаризациями. Отрицательное значение указывает на потери в запасе.
- Для подхода уровня 2 требуются коэффициенты разрастания по конкретной стране или конкретной экосистеме и должны использоваться (и документироваться) наилучшие имеющиеся местные данные.

1.2.2 Мертвое органическое вещество

Для оценки изменений в запасах углерода в МОВ для земель, переустроенных в пастбища, требуется двухфазный подход.

Для учета переходного периода земли, переустроенные в пастбища, рассматриваются по группам с одинаковыми годами переустройства. Т.е. земли, переустроенные в заданный год учитываются с помощью методов фазы 1 в год переустройства и с помощью методов фазы 2 в течение последующих 19 лет. К концу 20-летнего периода земельная площадь для этого заданного года добавляется к земельной площади, учитываемой в категории пастбищ, остающихся пастбищами.

Многие землепользования не имеют резервуара валежной древесины или подстилки, и, тогда соответствующие резервуары до перехода принимаются равными нулю. Переустраиваемые в пастбища лесные площади, агролеса и водно-болотные угодья могут обладать значительными запасами углерода в указанных резервуарах, также как и лесные площади вокруг поселений, которые определяют в качестве поселений, основываясь на использовании близлежащих территорий, а не на покрове.

Возможно также, что на некоторых площадях, переустроенных в пастбища, не будет резкого перехода (например, заброшенные возделываемые земли, преобразуемые в пастбища). В этом случае допущения фазы 1 не подходят, и в резервуарах МОВ произойдет постепенный переход к новому равновесию. При таком типе переустройства расчет производится как для фазы 2.

Переустройство земель в пастбища часто включает расчистку и выжигание и МОВ может удаляться для использования в качестве топливной древесины или в других целях. В этом случае можно количественно охарактеризовать эти изъятия и подсчитать углерод в других секторах (например, в энергетике). Сжигание оставшейся растительности не убирает полностью МОВ, и некоторая его часть преобразуется в древесный уголь. На более высоких уровнях можно учитывать этот перенос в резервуар длительного хранения.

Для описания изменений в запасах углерода в МОВ требуется оценка изменений в запасах валежной древесины и подстилки. Каждый из резервуаров МОВ (валежная древесина и подстилка) рассматриваются отдельно, но для всех резервуаров используется один и тот же метод.

Подход уровня 1 включает оценку площади для каждого типа переустройства земель с использованием только основных категорий переустройства (например, лесные площади в пастбища). Непосредственное и резкое изменение запасов углерода (фаза1) в валежной древесине и подстилке вследствие переустройства прочих земель в пастбища на уровне 1 оценивается с использованием уравнения 1.16, где C_0 равно нулю, а $T_{оп}$ равно 1. На уровне 1 по умолчанию предполагается удаление всей валежной древесины и подстилки в процессе переустройства и отсутствие валежной древесины или подстилки, которая оставалась бы или накапливалась бы в землях, переустроенных в пастбища. В том случае, если это допущение не выполняется (практикуется подсеčno-огневая система земледелия), предлагается использовать более высокие уровни при учете земель, переустроенных в пастбища. Кроме того, предполагается, что пастбища достигнут устойчивого состояния по биомассе в течение первого года после переустройства. Таким образом, для уровня 1 отсутствуют связанные с фазой 2 выбросы или поглощения, хотя переустроенные в пастбища земли должны оставаться в категории переустройства в течение 20-летнего переходного периода, так как для достижения равновесия запасам почвы

Уравнение 1.16

Годовое изменение в запасах углерода в валежной древесине и и подстилке в связи с переустройством земель

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

где:

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

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

C_n - запас валежной древесины /подстилки при новой категории землепользования; тонны С /га,

$A_{оп}$ - площадь, переустраиваемая из старой категории в новую категорию землепользования; га,

$T_{оп}$ - 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.

В большинстве систем отсутствуют значения по умолчанию для валежной древесины или подстилки. Для лесов отсутствуют глобальные значения по умолчанию для валежной древесины, но имеются значения для подстилки (таблица 1.15). В этом случае оценивают и используют местные данные, полученные от исследовательских институтов лесного и

сельского хозяйства, для обеспечения наилучших оценок валежной древесины и подстилки в исходной системе перед переустройством.

Таблица 1.15 Значения по умолчанию на уровне 1 для запасов углерода подстилки и валежной древесины

Климат	Тип леса			
	Широко-лиственные лиственные	Хвойные вечнозеленые	Широко-лиственные лиственные	Хвойные вечнозеленые
	Запасы углерода в подстилке зрелых лесов (тонны С /га)		Запасы углерода в валежной древесине зрелых лесов (тонны С /га)	
Холодный умеренный, сухой	28 (23 - 33) _a	27 (17 - 42)		
Холодный умеренный, увлажненный	16 (5 - 31)	26 (10 - 48)		
Теплый умеренный, сухой	28,2 (23,4 - 33,0) _a	20,3 (17,3 - 21,1) _a		
Теплый умеренный, увлажненный	13 (2 - 31) _a	22 (6 - 42) _a		
Источник: Подстилка: Необходимо отметить, что эти значения не включают тонкие древесные остатки. Siltanen et al., 1997; и Smith and Heath, 2001; Tremblay et al., 2002; и Vogt et al., 1996; данные преобразованы из массы в углерод путем умножения на коэффициент перевода в 0,37 (Smith and Heath, 2001). Валежная древесина: В настоящее время оценочных данных резервуаров валежной древесины по регионам нет см. дальнейшие комментарии в тексте. a а Значения в скобках, обозначенные «а» над цифрами, представляют собой 5-й и 95-й процентиля от моделирования участков, в то время как цифры, указанные без «а», означают весь диапазон.				

Подходы уровня 2 требуют большей детализации данных, чем на уровне 1. Данные о деятельности сообщаются с разбиением по экологическим зонам и режимам управления. Данные о воздействиях деятельности по переустройству земель на пять резервуаров углерода сводят в «матрицу возмущений» (таблица 1.11), которая обеспечивает согласованность расчетов для всех резервуаров углерода.

Непосредственное и резкое изменение запаса углерода в валежной древесине, связанное с переустройством прочих земель в пастбища, на уровнях 2 и 3 оценивается с помощью уравнения 1.16.

Для расчета изменений в запасах углерода валежной древесины и подстилки в течение переходного периода предлагаются два метода:

Метод поступлений-потерь (уравнение 1.8): включает оценку площади для каждого типа переустройства земель и среднегодового переноса в запасы валежной древесины и подстилки и из них. Для этого необходима оценка площади земель, переустроенных в пастбища, в соответствии с различными климатическими или экологическими зонами или типами пастбищ; режимом возмущения, режимом управления или другими факторами, существенно влияющими на резервуары углерода валежной древесины и подстилки, и количества перенесенной биомассы в запасы валежной древесины и подстилки, а также количества перенесенной биомассы из запасов валежной древесины и подстилки в расчете на гектар и соответственно различным типам пастбищ.

Метод разности запасов (уравнение 1.9): включает оценку площади земель, переустроенных в пастбища, и запасов валежной древесины и подстилки в два момента

времени t_1 и t_2 . Годовые изменения запаса валежной древесины и подстилки для года кадастра получаются делением изменений запаса на период времени (в годах) между двумя измерениями. Метод используется в том случае, если составляются периодические кадастры, но не подходит для регионов с очень изменчивым климатом.

Для уровня 3 разрабатываются свои собственные методологии и параметры для оценки изменений в МОВ. Методологии могут быть получены с использованием любого из двух вышеуказанных методов или могут быть основаны на других подходах.

1.2.2.1 Выбор коэффициентов выбросов/поглощений

Доля углерода: Доля углерода валежной древесины и подстилки варьирует и зависит от стадии разложения. Древесина меньше варьирует, чем подстилка, и для доли углерода можно использовать значение 0,50 тонн С / тонна с.в. Соответствующие значения для подстилки на пастбищных угодьях варьируют от 0,30 до 0,50 тонн С / тонна с.в. В том случае, если нет данных по стране или экосистеме следует использовать значение доли углерода, равное 0,40 тонны С / тонну с.в.

Для уровня 1 предполагается, что запасы углерода валежной древесины и подстилки на землях, переустроенных в пастбища, полностью теряются в процессе преобразования, и что на пастбищах после преобразования отсутствует накопление нового МОВ. В стране, где происходят переустройства в значительных масштабах необходимо собрать данные страны для количественной оценки этого влияния и выполнять подготовку отчетности по методологиям уровня 2 или 3.

Эффективная практика состоит в использовании данных о валежной древесине и подстилке на уровне страны для различных категорий пастбищ, в сочетании со значениями по умолчанию, если для некоторых категорий переустройства значения по стране или региону отсутствуют. Конкретные значения страны для переноса углерода из живых деревьев и трав, которые заготавливаются, в остатки от заготовок и показателей разложения в случае метода поступлений-потерь или результирующего изменения в резервуарах МОВ в случае метода разности запасов получают на основании местных коэффициентов разрастания, учитывая тип пастбищ, темп использования биомассы, практики заготовок и количество поврежденной растительности во время операций по заготовке. Значения для режимов возмущений должны быть получены по результатам научных исследований.

Оценки углерода МОВ, детализированные на национальном уровне определяются, как часть национальной инвентаризации пастбищ, моделей национального уровня или на основе специальной программы по кадастрам парниковых газов с периодической выборкой. Данные инвентаризации совмещаются с расчетами на моделях для охвата динамики всех резервуаров углерода, связанных с пастбищами.

Методы уровня 3 предоставляют оценки большей степени определенности, чем более низкие уровни, и демонстрируют большую связь между отдельными резервуарами углерода. Разрабатывают матрицы возмущений, которые предоставляют схему перераспределения углерода между различными резервуарами для каждого типа возмущения. К другим важным параметрам в смоделированном балансе углерода МОВ относятся темпы разложения, которые варьируются в зависимости от типа древесины и климатических условий, а также процедур подготовки участка.

1.2.2.2 Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2

На уровне 1 необходимо рассчитывают только резкое изменение с использованием уравнения 1.16, где C_0 равно нулю, а T_{0n} равно 1. На уровне 1 по умолчанию предполагается удаление всей валежной древесины и подстилки в процессе переустройства и отсутствие валежной древесины или подстилки, остающейся или накапливающейся в землях, переустроенных в пастбища. Следовательно, для переустройств, происшедших более чем через 1 год, но в течение переходного периода, результирующие изменения запасов углерода биомассы согласно допущению равны нулю.

Этап 1: Определить категории переустройств земель, которые используются в данной оценке, а также репрезентативные площади. На уровне 1 требуются оценки площадей, переустроенных в пастбища - из первичных видов землепользования (т.е. лесные площади, возделываемые земли, поселения и т.д.) в конечный тип пастбища. При расчетах для земель в течение переходной фазы требуется только общая площадь земель, переустроенных за предыдущие 20 лет, так как согласно допущению накопления запасов углерода в МОВ отсутствуют в течение первого года. Все пастбища старше 20 лет учитываются как пастбища, остающиеся пастбищами. Таким образом, площади пастбищ, которым 21 год, должны быть переведены в эту категорию.

Этап 2: Определить категории деятельности, которые используются в оценке, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и, если типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами.

Этап 3: Для каждой категории деятельности определить запас углерода в расчете на гектар для валежной древесины и подстилки (отдельно) до переустройства. Значения по умолчанию можно найти (если таковые имеются) в разделе, относящейся к другой категории землепользования.

Этап 4: Для каждой категории деятельности запас углерода в расчете на гектар для валежной древесины и подстилки (отдельно) через один год после переустройства в пастбища предполагается равным нулю.

Этап 5: Определить содержание углерода для биомассы валежной древесины и подстилки. Значения по умолчанию составляют: 0,50 тонн С / тонна с.в. для валежной древесины и 0,40 тонн С / тонна с.в. для подстилки.

Этап 6: Оценить результирующее изменение запасов углерода в валежной древесине и подстилке (отдельно) путем вычитания конечного запаса от начального запаса и умножения этой разницы на репрезентативную площадь для данного вида деятельности и долю углерода в соответствующем компоненте биомассы.

Этап 7: Просуммировать изменения в запасах углерода в валежной древесине и подстилке для определения результирующего изменения в запасах углерода МОВ для каждой категории деятельности. Для каждого типа переустройства должен быть рассчитан промежуточный итог, затем рассчитывается общий итог, который указывается внизу последнего столбца таблицы.

Уровень 2

Этап 1: Определить категории переустройств земель, которые используются в оценке, а также репрезентативные площади. При расчетах для земель, находящихся в переходной фазе, необходимы репрезентативные площади для каждой категории и при различных стадиях переустройства.

Этап 2: Резкие изменения

- Определить категории деятельности, которые используются в оценке, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами.
- Для каждой категории деятельности определить массу валежной древесины и подстилки (отдельно) в расчете на гектар до переустройства.
- Для каждой категории деятельности определить массу валежной древесины и подстилки (отдельно) в расчете на гектар через один год после переустройства в пастбища.
- Определить содержание углерода для валежной древесины и подстилки. Значения по умолчанию составляют: 0,50 тонн С / тонна с.в. для валежной древесины и 0,40 тонн С / тонна с.в. для подстилки.
- Оценить результирующее изменение запаса углерода в валежной древесине и подстилке (отдельно) для каждого типа переустройства путем вычитания конечных запасов от начальных запасов и умножения этой разницы на репрезентативную площадь для данного вида деятельности и долю углерода в соответствующем компоненте биомассы. Отрицательное значение указывает на увеличение МОВ.
- Просуммировать изменения в запасах углерода в валежной древесине и подстилке для определения результирующего изменения в запасах углерода для каждой категории деятельности. Для каждого типа переустройства должен быть рассчитан промежуточный итог; затем рассчитывается общий итог.

Этап 3: Переходные изменения

- Определить категории и группы, которые используются в оценке, а также репрезентативные площади. Категория состоит из определений типа переустройства и типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами.
- Определить годовые темпы изменений для валежной древесины и подстилки (отдельно) с разделением по типу деятельности, используя либо метод поступлений-потерь, либо метод разности запасов (см. ниже) для каждой группы земель, которые в текущий момент времени пребывают в переходной фазе между переустройством и новым устойчивым состоянием системы пастбищ.
- Определить запасы валежной древесины и подстилки для группы на протяжении предыдущего года (данные обычно берутся из предыдущего кадастра).
- Рассчитать изменение в валежной древесине и подстилке для каждой группы путем добавления темпов результирующего изменения к запасам предыдущего года.

Метод поступлений-потерь (уравнение 1.8)

- Определить среднегодовые поступления валежной древесины и подстилки (отдельно).
- Определить среднегодовые потери валежной древесины и подстилки (отдельно).
- Определить темпы результирующего изменения в валежной древесине и подстилке путем вычитания потерь из приращений.

Метод разности запасов (уравнение 1.9)

- Определить временной интервал кадастра, средние запасы валежной древесины и подстилки при начальной инвентаризации и средние показатели для валежной древесины и подстилки при конечной инвентаризации.
- Использовать эти данные для оценки результирующего изменения в валежной древесине и подстилке путем вычитания начального запаса от конечного запаса и деления этой разности на количество лет между инвентаризациями. Отрицательное значение указывает на потери в запасе.
- Для подхода уровня 2 требуются коэффициенты разрастания по конкретной стране или конкретной экосистеме, и должны использоваться (и документироваться) наилучшие имеющиеся местные данные.

1.2.3 Почвенный углерод

Управление пастбищами, включая дренаж, приводит к выбросам из органической почвы независимо от предыдущего землепользования. Общее изменение в запасах почвенного углерода для земель, переустроенных в пастбища, оценивается с помощью уравнения 1.10, учитывающего изменение в запасах почвенного органического углерода для минеральных и органических почв и изменения запасов, связанные с резервуарами почвенного неорганического углерода (если оценка производится на уровне 3).

Для учета изменений в запасах почвенного углерода, связанных с землями, переустроенными в пастбища, необходима оценка площадей земель, переустроенных в пастбища на протяжении периода кадастра, стратифицированных по климатическим регионам и типам почв. При ограниченных данных о землепользовании и управлении можно использовать обобщенные данные, например, статистика ФАО, наряду с экспертной оценкой о примерном распределении типов переустраиваемых землепользований и управлении этими землями. Если прежние землепользования и преобразования неизвестны, то изменения запасов SOC могут быть оценены с помощью методов, рекомендованных для пастбищ, остающихся пастбищами, но площадь земельной базы пастбищ в текущем году изменится по сравнению с начальным годом кадастра. Важно, чтобы общая земельная площадь, учитываемая по всем секторам землепользования, была одинаковой на протяжении временного периода кадастра. Земли, переустроенные в пастбища, стратифицируются соответственно климатическим регионам, управлению и основным типам почв, что может основываться на классификациях по умолчанию или по конкретной стране. Это выполняется наложением соответствующих климатических и почвенных карт в сочетании с использованием подробных пространственных данных о местоположении переустройств земель.

Кадастры могут разрабатываться с использованием подхода уровня 1, 2 или 3; при этом каждый последующий уровень требует более подробных данных и больше ресурсов, чем предыдущий уровень.

Минеральные почвы

При расчете воздействия переустройства землепользования в пастбища изменение запасов почвенного органического углерода (уровень 1) для минеральных почв оценивается с помощью уравнения 1.11. Метод аналогичен методу для пастбищ, остающихся пастбищами, за исключением того, что запасы углерода перед переустройством зависят от коэффициентов изменения запасов для предыдущего вида землепользования. Начальный (перед

переустройством) запас почвенного органического углерода ($SOC_{(0-T)}$) и запас углерода в последний год временного периода кадастра (SOC_0) рассчитываются с использованием определенных по умолчанию эталонных запасов органического углерода в почве (SOC_{REF}) и коэффициентов изменения запасов (F_{LU} , F_{MG} , F_I). Следует отметить, что зона обнаженного скального основания на лесных площадях или в предыдущих землепользованиях не включается в расчеты запаса почвенного углерода (запас предполагается равным нулю). Годовые темпы изменений запасов оцениваются как разность в запасах (по времени) для первого и последнего года периода кадастра, деленная на временной промежуток, соответствующий коэффициентам изменения запасов (D , по умолчанию составляет 20 лет).

При методе уровня 2 для минеральных почв также используется уравнение 1.11, но привлекаются конкретные значения для страны или региона эталонные запасы углерода и/или коэффициенты изменения запасов углерода и более детализированные данные о деятельности по землепользованию и окружающей среде.

Методы уровня 3 связаны с детальными и конкретными для страны моделями и/или подходами, основанными на измерениях, наряду с высокой степенью разбиения данных землепользования и управления. Эффективная практика заключается в том, чтобы подходы уровня 3 для оценки изменения содержания углерода в почве в результате переустройства землепользования в пастбища использовали модели, комплекты данных и/или сети мониторинга, которые способны представлять переходы с течением времени от других типов землепользования, в том числе от лесных площадей, возделываемых земель и, возможно, поселений или других землепользований. Рекомендуются, чтобы методы уровня 3 объединялись с оценками удаления биомассы и переработки остатков растений после расчистки (включая древесные лесосечные отходы и подстилку), поскольку изменения при удалении и переработке остатков (например, сжигание, подготовка места) оказывают влияние на вклад углерода в образование органического вещества почвы и потери углерода вследствие разложения и сжигания. Важно, чтобы модели оценивались по независимым данным наблюдений на полевых участках конкретной страны или конкретного региона, которые являются репрезентативными для взаимодействий климата, управления почвами и пастбищами в отношении изменений в запасах углерода в почве после переустройства.

Органические почвы

С землями, переустроенными в пастбища на органических почвах, в течение временного периода кадастра обращаются как с пастбищами, остающимися пастбищами на органических почвах, т.е. к ним применяется постоянный коэффициент выбросов, основанный на климатическом режиме, а потери углерода рассчитываются с помощью уравнения 1.12.

Как и в случае минеральных почв, подход уровня 3 связан с более подробными и конкретными для страны моделями и/или подходами, основанными на измерениях, наряду с высокой степенью разбиения по землепользованию и данным управления (дополнительную информацию см. в вышеприведенном разделе о минеральных почвах).

1.2.3.1 Выбор коэффициентов изменений запасов и выбросов

Минеральные почвы

Для неуправляемых земель, а также для управляемых лесных площадей, поселений и номинально управляемых пастбищ с невысокими режимами возмущений, запасы углерода в почве (уровень 1) принимаются равными эталонным значениям (т.е. коэффициенты

землепользования, возмущения (только для лесов), управления и входных данных равны единице), тогда как для представления других систем, таких как улучшенные и деградированные пастбища, а также все системы возделываемых земель, необходимо будет применять подходящие коэффициенты изменения запаса. Эталонные запасы углерода по умолчанию приводятся в таблице 1.4. Коэффициенты изменений запаса по умолчанию приводятся в разделах «Выбор коэффициентов изменений запасов и выбросов» в соответствующих главах методик для лесных площадей, для возделываемых земель, для пастбищ, для поселений и для прочих земель.

Эффективная практика заключается в использовании коэффициента управления (F_{LU}) для выведенных из оборота земель при расчетах возделываемых земель под однолетними культурами, переустроенных в пастбища (т.е. до тех пор, пока земли не будут переклассифицированы в пастбища, остающихся пастбищами), так как в случае недавно переустроенных систем возделываемых земель под однолетними культурами темпы поступления углерода похожи на темпы для выведенных из оборота земель. Коэффициенты уровня 1 для выведенных из оборота земель получают из опытных данных для детального представления ожидаемых поступлений на протяжении первых 20 лет.

Оценка коэффициентов изменений запаса по стране является наиболее усовершенствованием для подхода уровня 2. Различия в запасах почвенного органического углерода между землепользованиями рассчитываются относительно эталонного состояния с использованием коэффициента землепользования (F_{LU}). Затем, для уточнения запасов углерода новой системы пастбищ используются коэффициент поступления (F_I) и коэффициент управления (F_{MG}). Указания о получении коэффициентов изменений запасов, приводятся в разделе о пастбищах, остающихся пастбищами

При подходе уровня 2 эталонные запасы углерода получают на основании данных страны. Эталонные значения должны быть согласованными по секторам землепользования (т.е. лесные площади, возделываемые земли, пастбища, поселения, прочие земли), что требует координации между различными командами, выполняющими инвентаризации почвенного углерода для сектора.

Оценка постоянных коэффициентов темпов изменений запасов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления.

Органические почвы

С землями, переустроенными в пастбища на органических почвах, в течение временного периода кадастра обращаются как с пастбищами, остающимися пастбищами на органических почвах. Коэффициенты выбросов уровня 1 приводятся в таблице 1.5, тогда как коэффициенты выбросов уровня 2 получают на основании данных страны.

Оценка постоянных коэффициентов выбросов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления.

1.2.3.2. Этапы расчетов для уровня 1

Минеральные почвы

Этапы для определения SOC_0 и $SOC_{(0-T)}$ и результирующего изменения запасов почвенного углерода для земель, переустроенных в пастбища, указаны ниже:

Этап 1: Организовать данные в соответствии с временными периодами кадастра, основанными на годах, в которые производился сбор данных о деятельности (например, 1990 и 1995 гг., 1995 и 2000 гг. и т.д.).

Этап 2: Определить землепользование и управление по типам минеральных почв и климатическим регионам для земель в начале периода кадастра, который может варьировать в зависимости от временного интервала данных о деятельности (0-T; например, 5, 10 или 20 лет назад).

Этап 3: Выбрать значение естественного эталонного запаса углерода (SOC_{REF}) на основе типа климата и почвы из таблицы 1.4 для каждой площади земли, охватываемой инвентаризацией. Эталонные запасы углерода являются одинаковыми для всех категорий землепользования во избежание расчёта ложных изменений запасов углерода вследствие различий в значениях эталонных запасов между секторами.

Этап 4: Выбрать коэффициент землепользования (F_{LU}), коэффициент управления (F_{MG}) и уровни поступления углерода (F_I), представляющие землепользование и систему управления, существовавшие до переустройства в пастбища. Значения для F_{LU} , F_{MG} и F_I приводятся в соответствующем разделе для конкретного сектора землепользования (возделываемые земли, пастбища, поселения и прочие земли).

Этап 5: Найти произведение этих значений и эталонного запаса почвенного углерода, чтобы оценить «начальный» запас органического углерода в почве ($SOC_{(0-T)}$) для периода кадастра.

Этап 6: Оценить SOC_0 путем повторения этапов 1 - 4, используя тот же естественный эталонный запас углерода (SOC_{REF}), но с коэффициентами землепользования, управления и поступления, которые представляют условия (после переустройства в пастбища) в последнем году (нулевой год) кадастра.

Этап 7: Оценить среднегодовое изменение в запасе органического углерода в почве для конкретной площади за период кадастра ($\Delta C_{\text{Минерал}}$).

Этап 8: Повторить этапы 1 – 6 при наличии дополнительных периодов в кадастре (например, с 1995 по 2000, с 2001 по 2005 гг. и т.д.).

Органические почвы

Этапы расчетов такие же, как в вышеприведенном разделе органические почвы.

1.2.4 Выбросы иных, чем CO₂, парниковых газов, образующиеся при сжигании биомассы

Выбросы парниковых газов от земель, переустроенных в пастбища, происходят в результате сгорания биомассы и мертвого органического вещества (МОВ) на землях, переустроенных в пастбища. Выбросы учитываются в новой категории земель.

Выбросы парниковых газов в результате сжигания биомассы на неуправляемых лесных площадях в случае последующего переустройства землепользования должны сообщаться в отчетности, так как переустроенные земли считаются управляемыми землями.

Процесс переустройства возделываемых земель в пастбища обычно не предполагает сжигания биомассы. Тем не менее, если это практикуется, то ежегодно сообщается о соответствующих выбросах парниковых газов.

Для оценки иных, чем CO₂, выбросов в результате сжигания биомассы на землях, переустроенных в пастбища используется такой подход, как для пастбищ, остающихся пастбищами.

Выбор метода связан с доступностью данных о площади выжженных переустроенных земель, массе доступного топлива и коэффициентах сгорания и выбросов. При использовании более высоких уровней для учета количества биомассы, переносимой в заготовленные лесоматериалы, изымаемой для использования в качестве топлива и сжигаемой за пределами места заготовки или сбора, применяются данные по о массе имеющегося топлива.

1.2.4.1 Выбор коэффициентов выбросов

Для оценки выбросов парниковых газов важное значение имеет масса доступного для горения топлива (количество MB в уравнении 1.13). Данные по умолчанию, помогающие оценить выбросы при подходе уровня 1, приведены в таблицах 1.8-1.10. На уровне 1 предполагается, что все количество надземной биомассы и МОВ в предыдущей категории землепользования теряется непосредственно после переустройства. Значения по умолчанию для биомассы до переустройства приводятся в главах о соответствующих землепользованиях (например, коэффициенты по умолчанию для лесных площадей приводятся в главе, касающейся биомассы на лесных площадях).

В методе уровня 2 используются оценки сжигания топлива по стране. В случае лесных площадей, переустроенных в пастбища, данные следует разделить по типам лесов. Необходимо разработать коэффициенты сгорания и выбросов, которые лучше отражают национальные условия (климатическую зону, биом, условия сжигания), и определить диапазоны неопределенностей. Кроме того, в отличие от уровня 1, на котором предполагается, что весь углерод надземной биомассы и МОВ теряется непосредственно после переустройства, в методе уровня 2 оцениваются переносы биомассы в заготовленные лесоматериалы и топливную древесину (сжигаемую за пределами места заготовки или сбора) для получения более надежной оценки массы доступного топлива.

При расчетах в рамках уровня 3 все параметры определяются страной.

1.2.5 Оценка неопределенностей

Анализ неопределенностей для земель, переустроенных в пастбища, в основном такой же как для пастбищ, остающихся пастбищами. В кадастрах углерода существуют два источника неопределенности: 1) неопределенности в данных по землепользованию и хозяйственной деятельности и в данных об окружающей среде; 2) неопределенности в увеличении и потере углерода, запасах углерода и слагаемых коэффициента разрастания, в коэффициентах изменения запаса /выбросов для подходов уровня 2, ошибка структуры/параметра модели для основанных на использовании моделей подходов уровня 3 или ошибка измерения / изменчивость выборки, связанная с основанными на измерениях кадастрами уровня 3.

Анализ неопределенностей при расчетах углерода почв для земель, переустроенных в пастбища, показал существование трех широких источников неопределенностей: 1) неопределенности в данных по землепользованию и хозяйственной деятельности и в данных об окружающей среде; 2) неопределенности в эталонных запасах углерода почвы при использовании подхода уровня 1 или 2 (только для минеральных почв); и 3) неопределенности в коэффициентах изменения запасов и выбросов для подходов уровня 1 или 2, ошибка структуры/параметра модели для основанных на использовании моделей подходов уровня 3 или ошибка измерения / изменчивость выборки, связанная с основанными на измерениях кадастрами уровня 3.

При расчетах иных, чем CO₂ парниковых газов, образующиеся при сжигании биомассы (уровень 1) имеется много источников неопределенности: i) использование глобальных или национальных средних темпов переустройства и грубых оценок земельных площадей, переустроенных в пастбища; ii) оценка площади переустроенных земель, которая выжигается в рамках принятой практики хозяйствования (удаление биомассы первичных землепользований для закладки сельскохозяйственных угодий); iii) масса доступного топлива; и iv) коэффициенты сгорания и выбросов. Данные о неопределенностях, связанных с коэффициентами выбросов и сгорания, предоставляются; неопределенности, связанные с пунктами i) и ii) могут существенно варьировать в зависимости от используемого в оценках метода. В результате этих неопределенностей маловероятно, чтобы при использовании методов 1 оценка выжигаемой площади была бы известна с большей точностью, чем 20%, а выбросы на единицу площади находились бы в пределах 2-х кратного значения оценки.

Использование оценок площади на уровне 2 из более надежных источников (данные дистанционного зондирования, выборочный подход) увеличивает точность по сравнению с уровнем 1 и подходом 1 (глава 3). Эти источники также дают более лучшие оценки переустраиваемых и выжигаемых площадей. Учет биомассы, переносимой к заготавливаемым лесоматериалам или удаляемой с места произрастания в качестве топливной древесины, и биомассы, оставляемой разлагаться на месте, также приведет к уменьшению отклонения (переоценки) в оценках. Оценки коэффициентов выбросов или сгорания на национальном уровне с указанием диапазонов ошибок (в форме среднеквадратического отклонения) позволят оценить связанные с землями, переустроенными в пастбища, неопределенности.

Неопределенность, связанная с данными о деятельности, на уровне 3 считается меньше соответствующего значения на уровне 1 или 2 и зависит от дистанционного зондирования и полевых съемок, а также от используемого метода моделирования и соответствующих вводных данных.

Приложение 1

Таблица 1 Соответствующие коэффициенты изменения запасов при управлении пастбищами

Коэффициент	Уровень	Климатический режим	Значения по умолчанию МГЭИК	Ошибка 1,2	Определение
Землепользование (F _{LU})	Все	Все	1,0	NA	Всем постоянным пастбищам присвоен коэффициент землепользования, равный 1
Управление (FMG)	Номинально управляемые (недеградированные)	Все	1,0	NA	Представляет недеградированные и устойчиво управляемые пастбища, но без значительных улучшений в использовании.
Управление (FMG)	Умеренно деградированные пастбища	Умеренный/бо реальный	0,95	± 13%	Представляет чрезмерно стравленные или умеренно деградированные пастбища с несколько уменьшенной продуктивностью (по сравнению с естественными или номинально управляемыми пастбищами) и не получающие никаких вкладов в результате управления
Управление (FMG)	Сильно деградированные	Все	0,7	± 40%	Предполагает крупные долгосрочные

	пастбища				потери продуктивности и растительного покрова вследствие сильного механического ущерба для растительности и/или сильной эрозии почвы
Управление (FMG)	Улучшенные пастбища	Умеренный/бо реальный	1,14	$\pm 11\%$	Представляет пастбища, которые устойчиво управляются, с умеренной нагрузкой в виде выпаса скота и в отношении которых применяется как минимум один вид улучшений (например, удобрение, улучшение видов, ирригация)
Поступление (применяется только к улучшенным пастбищам) (FI)	Средний	Все	1,0	NA	Относится к улучшенным пастбищам, на которых не используются дополнительные вклады в ходе управления
Поступление (применяется только к улучшенным пастбищам) (FI)	Высокий	Все	1,11	$\pm 7\%$	Применяется к улучшенным пастбищам, на которых осуществляются один или более дополнительных вкладов/улучшений в ходе управления (кроме тех, которые

					необходимы для классификации пастбищ как улучшенных пастбищ)
<p>1 \pm два среднеквадратических отклонения, выраженных как процентная доля от среднего значения; в случае, если не проводились достаточные исследования для статистического анализа в качестве меры ошибки, используется значение, основанное на мнении экспертов, равное по умолчанию +40%. NA означает «не применимо», для значений коэффициента, которые представляют эталонные значения или номинальные практики для классов поступления или управления.</p> <p>2 Этот диапазон ошибок не включает потенциальную систематическую ошибку в связи с небольшим размером выборки, которая может быть не репрезентативной для реального влияния во всех регионах мира.</p> <p>3 Нет достаточных исследований для оценки коэффициентов изменений запасов для минеральных почв в горном тропическом климатическом регионе. Для приближенной оценки изменения запасов в случае горного тропического климата использовалось среднее изменение запаса между соответствующими значениями для умеренных и тропических регионов.</p>					