

ГЛАВА 6

ПАСТБИЩНЫЕ УГОДЬЯ

Авторы

Луи Верчо (ICRAF/США), Телма Крюг (Бразилия), Родел Д. Ласко (Филиппины), Стефен Огле (США) и Джон Рейсон (Австралия),

Ю Ли (Китай), Дэниел Л. Мартино (Уругвай), Брайан Дж. МакКонки (Канада) и Пит Смит (СК)

Сотрудничающий автор

Мерси Уанджа Карундиту (ICRAF)

Содержание

6	Пастбищные угодья	
6.1	Введение	6.5
6.2	Пастбища, остающиеся пастбищами.....	6.6
6.2.1	Биомасса.....	6.6
6.2.1.1	Выбор метода.....	6.7
6.2.1.2	Выбор коэффициентов выбросов/поглощений.....	6.8
6.2.1.3	Выбор данных о деятельности	6.9
6.2.1.4	Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2.....	6.9
6.2.1.5	Оценка неопределенностей	6.11
6.2.2	Мертвое органическое вещество.....	6.12
6.2.2.1	Выбор метода.....	6.12
6.2.2.2	Выбор коэффициентов выбросов/поглощений.....	6.13
6.2.2.3	Выбор данных о деятельности	6.13
6.2.2.4	Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2.....	6.14
6.2.2.5	Оценка неопределенностей	6.15
6.2.3	Почвенный углерод.....	6.16
6.2.3.1	Выбор метода.....	6.16
6.2.3.2	Выбор коэффициента изменений запасов и выбросов.....	6.18
6.2.3.3	Выбор данных о деятельности	6.20
6.2.3.4	Этапы расчетов для уровня 1	6.23
6.2.3.5	Оценка неопределенностей	6.24
6.2.4	Выбросы иных, чем CO ₂ , парниковых газов, образующиеся при сжигании биомассы	6.25
6.2.4.1	Выбор метода.....	6.26
6.2.4.2	Выбор коэффициентов выбросов.....	6.26
6.2.4.3	Выбор данных о деятельности	6.27
6.2.4.4	Оценка неопределенностей	6.27
6.3	Земли, переустроенные в пастбища	6.28
6.3.1	Биомасса.....	6.28
6.3.1.1	Выбор метода.....	6.29
6.3.1.2	Выбор коэффициентов выбросов/поглощений.....	6.31
6.3.1.3	Выбор данных о деятельности	6.33
6.3.1.4	Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2.....	6.34
6.3.1.5	Оценка неопределенностей	6.36
6.3.2	Мертвое органическое вещество.....	6.36
6.3.2.1	Выбор метода.....	6.37
6.3.2.2	Выбор коэффициентов выбросов/поглощений.....	6.38
6.3.2.3	Выбор данных о деятельности	6.39

6.3.2.4	Этапы расчетов для уровня 1 и уровня 2.....	6.39
6.3.2.5	Оценка неопределенностей	6.41
6.3.3	Почвенный углерод.....	6.41
6.3.3.1	Выбор метода.....	6.42
6.3.3.2	Выбор коэффициентов изменений запасов и выбросов.....	6.43
6.3.3.3	Выбор данных о деятельности	6.44
6.3.3.4	Этапы расчетов для уровня 1	6.45
6.3.3.5	Оценка неопределенностей	6.46
6.3.4	Выбросы иных, чем CO ₂ , парниковых газов, образующиеся при сжигании биомассы.....	6.46
6.3.4.1	Выбор метода.....	6.47
6.3.4.2	Выбор коэффициентов выбросов.....	6.47
6.3.4.3	Выбор данных о деятельности	6.48
6.3.4.4	Оценка неопределенностей	6.48
6.4	Полнота, временные ряды, ОК/КК и подготовка отчетности	6.49
6.4.1	Полнота	6.49
6.4.2	Формирование согласованного временного ряда.....	6.50
6.4.3	Обеспечение качества и контроль качества.....	6.51
6.4.4	Отчетность и документация	6.52
Приложение 6А.1 Оценка коэффициентов изменений запасов по умолчанию для выбросов/поглощений углерода применительно к минеральным почвам на пастбищах		6.54
Ссылки		6.55

Рисунок

Рисунок 6.1	Схема классификации для пастбищных/выпасных систем	6.22
-------------	--	------

Таблицы

Таблица 6.1	Коэффициенты разрастания по умолчанию для основных пастбищных экосистем мира	6.9
Таблица 6.2	Соответствующие коэффициенты изменения запасов при управлении пастбищами... ..	6.19
Таблица 6.3	Годовые коэффициенты выбросов для осушенных органических почв пастбищных угодий	6.20
Таблица 6.4	Запасы биомассы по умолчанию, имеющиеся на пастбищах после переустройства из других землепользований	6.32

6 ПАСТБИЩНЫЕ УГОДЬЯ

6.1 ВВЕДЕНИЕ

Пастбища покрывают около одной четверти поверхности суши земного шара (Ojima *et al.*, 1993) и находятся в диапазоне климатических условий от засушливых до влажных. Пастбища сильно различаются по степени и интенсивности управления, начиная от экстенсивно управляемых пастбищных угодий и саванн, на которых основными переменными управления являются плотность поголовья на пастбище и режимы пала, до интенсивно управляемых (например, с внесением удобрений, ирригацией, сменой видов растительности) пастбищ долговременного пользования и сенокосных угодий. Среди пастбищной растительности обычно преобладают многолетние травы и выпас является преимущественным землепользованием.

Пастбища обычно отличаются от «леса» тем, что представляют собой экосистемы с древесным покровом менее определенного порогового значения, который варьирует от региона к региону. На пастбищах преобладает подземный углерод, который главным образом содержится в корнях и в органическом веществе почвы. Переход от пастбищ к лесам в отношении атмосферных осадков и почв зачастую имеет плавный характер. Многие покрытые кустарником местности с высокой долей многолетней древесной биомассы могут рассматриваться в качестве разновидности пастбища и страны могут относить все эти местности или их часть к категории пастбищных угодий.

Многие характерные для пастбищ виды адаптировались к условиям выпаса и возмущениям в результате пожара, и поэтому углерод, как в растительности, так и в почве, является сравнительно устойчивым к умеренным воздействиям режимов выпаса и пала (Milchunas and Lauenroth, 1993). На многих типах пастбищ пожары действуют в качестве ключевого фактора в предотвращении вторжений древесных видов, которые могут оказывать значительное влияние на запасы углерода в экосистеме (Jackson *et al.*, 2002).

В *Руководящих принципах МГЭИК 1996 г.* рассматривались только выбросы от выжигания тропических саванн и изменения в биомассе, связанные с преобразованием пастбищ в другие землепользования. Оценки выбросов CO₂, связанных с преобразованием пастбищ, производились на основе трех серий расчетов для: i) диоксида углерода, высвобождаемого при горении надземной биомассы, ii) диоксида углерода, высвобождаемого при разложении надземной биомассы; и iii) диоксида углерода, высвобождаемого из почвы. Никакие определенно выраженные положения не были сформулированы в отношении отчетности об изменениях в запасах углерода на пастбищах, связанных с изменениями в многолетней древесной биомассе покрова или с изменениями в управлении этих систем.

Настоящие *Руководящие принципы* являются обновленной версией *Руководящих принципов МГЭИК 1996 г.* и позволяют провести оценку выбросов и поглощений углерода для пастбищ, связанных с изменениями в запасах надземной и подземной биомассы, выбросов иных, чем CO₂, парниковых газов при сжигании биомассы, а также выбросов и поглощений, связанных с изменениями в запасах почвенного углерода пастбищ. Здесь рассматривается ряд новых методологий, разработанных в РУЭП-ЗИЗЛХ (IPCC, 2003). В число новых элементов относительно *Руководящих принципов МГЭИК 1996 г.* входят:

- методологии для определения изменений запасов углерода в двух основных резервуарах на пастбищах: биомасса и почва;
- четкое включение воздействий естественных возмущений и пожаров на управляемых пастбищах;
- оценка выбросов и поглощений на землях, переустроенных в пастбища;
- распространение методов оценки выбросов иных, чем CO₂, парниковых газов, происходящих в саваннах в результате сжигания биомассы, на все пастбища;
- оценка выбросов иных, чем CO₂, парниковых газов, происходящих в результате сжигания биомассы при переустройстве земель в пастбища; и
- новые коэффициенты темпов изменений запасов и эталонные запасы для почвенного органического углерода.

В данной главе представлены руководящие принципы в отношении подходов по умолчанию и более продвинутых подходов для оценки и составления отчетности по выбросам и поглощениям от пастбищ. Методы и указания приводятся для *пастбищ, остающихся пастбищами* (раздел 6.2), и *земель, переустроенных в пастбища* (раздел 6.3). Для *пастбищ, остающихся пастбищами*, расчеты выбросов и

поглощений углерода основываются на оценке влияний изменений в практике управления на запасы углерода. Для *земель, переустроенных в пастбища*, расчеты выбросов и поглощений углерода основываются на оценке влияний 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*.

Межгодовая климатическая изменчивость является важным фактором, который необходимо учитывать при составлении кадастра углерода для пастбищ. От года к году в биомассе травостоя могут наблюдаться большие изменения, что связано с различиями в годовом количестве осадков. Межгодовая изменчивость в количестве осадков может также влиять на управленческие решения, такие как ирригация или применение удобрений. Составитель кадастра должен понимать это и соответствующим образом осуществлять факторизацию этих воздействий в кадастре.

6.2 ПАСТБИЩА, ОСТАЮЩИЕСЯ ПАСТБИЩАМИ

Пастбища, остающиеся пастбищами, включают управляемые пастбища, которые всегда были заняты травянистой растительностью и использовались в качестве пастбищ, и другие категории земель, переустроенные в пастбища более 20 лет назад. Создание кадастра парниковых газов для категории землепользования *пастбищ, остающихся пастбищами* (GG), включает в себя оценку изменений запасов углерода для пяти углеродных резервуаров (т.е. 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 управлением пастбищами и изменениями в управлении. Изменение запасов углерода в *пастбищах, остающихся пастбищами*, оценивается с помощью уравнения 2.3 в главе 2. В приведенной на рисунке 1.2 (главе 1) схеме принятия решений даются указания по выбору подходящего уровня (методологической сложности) для осуществления процедур оценки для GG.

6.2.1 Биомасса

На запасы углерода в постоянных пастбищах оказывает влияние деятельность человека и стихийные возмущения, включая: заготовку древесной биомассы, деградацию пастбищ, выпасы скота, пожары, восстановление, управление пастбищами и т.д. Годовое производство биомассы на пастбищах может быть значительным, но вследствие быстрого оборота и потерь в результате выпаса скота и пожаров, а также ежегодного старения травянистой растительности, располагаемые запасы надземной биомассы на многих пастбищах редко превышают несколько тонн на гектар. Более 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 виды практики управления, как те, которые описаны выше.

В данном разделе представлены указания по оценке изменений запасов углерода в биомассе для *пастбищ, остающихся пастбищами*, в том числе в случае относительно густого покрова древесной растительности, влияний внесений органического вещества, а также влияний управления и известкования. Концепции, лежащие в основе изменений запасов углерода в биомассе пастбищ, остающихся пастбищами, связаны с практикой управления. В приведенной на рисунке 2.2 (глава 2) схеме принятия решений даются указания по выбору уровней для составления отчетности по изменениям в запасах углерода биомассы.

В связи с тем, что для конкретных экосистем данные по подземной биомассе часто отсутствуют, то используется упрощенный подход, основанный на соотношениях подземной и надземной биомасс. При этом подходе оценки подземной биомассы тесно увязаны с оценками надземной биомассы. Поэтому для простоты надземная и подземная биомассы рассматриваются вместе при выполнении оценок и составлении отчетности.

Несмотря на то, что методы для оценки изменений биомассы являются концептуально аналогичными для пастбищ, возделываемых земель и лесных площадей, пастбища являются уникальными по ряду причин. Огромные площади пастбищ часто подвергаются пожарам, которые могут влиять на плотность древесной растительности, гибель и возобновление древесной и травянистой растительности и распределения углерода по надземной и подземной части биомассы. Изменчивость климата и другие виды деятельности по управлению, такие как расчистка деревьев и кустарников, улучшение пастбищ, посадка деревьев, также как чрезмерный выпас скота и деградация пастбищ, могут повлиять на запасы биомассы. Для древесных видов в саваннах (пастбища с деревьями), аллометрические связи отличаются от связей, используемых на лесных площадях, вследствие большого количества многоствольных

деревьев, большого количества шрабов, деревьев с пустотами, большой доли сухостойных деревьев, высоких соотношений массы корней и побегов и порослевого возобновления.

6.2.1.1 ВЫБОР МЕТОДА

Схема принятия решений на рисунке 1.2 (глава 1) дает указания по выбору подходящего уровня для осуществления процедур оценки. Для оценки изменений в запасах углерода в биомассе требуется оценка изменений в запасах углерода для наземной биомассы и изменений в запасах углерода в подземной биомассе.

В зависимости от используемого уровня и наличия данных пастбища могут быть подразделены по типам, регионам, климатическим зонам и системам управления. *Эффективная практика* для стран заключается в стремлении к улучшению подходов к составлению кадастров и отчетности путем перехода на более высокий уровень расчетов, насколько это возможно при конкретных национальных условиях. *Эффективная практика* заключается в использовании подхода уровня 2 или уровня 3, если выбросы и поглощения углерода на *пастбищах, остающихся пастбищами*, являются ключевой категорией, и если подкатегория биомассы считается значимой на основе принципов, изложенных в главе 4 тома 1.

Уровень 1

Подход уровня 1 предполагает отсутствие изменений в биомассе *пастбищ, остающихся пастбищами*. На тех пастбищах, где нет изменений в типе и интенсивности управления, биомасса будет находиться приблизительно в неизменном состоянии (т.е. накопления углерода при росте растений приблизительно уравновешиваются потерями в результате выпаса, разложения и пожаров). На тех пастбищах, на которых в ходе времени происходят изменения в управлении (например, внедрение лесопастбищных систем, удаление деревьев/кустарников для использования пастбищ, улучшение управления пастбищами или другие практики), изменения запасов углерода могут быть значительными. Если приемлемо допущение о том, что пастбища не являются ключевым источником, то страна может применить допущение уровня 1 об отсутствии изменений в биомассе. Тем не менее, при наличии информации, необходимой для разработки надежных оценок темпов изменений в биомассе на *пастбищах, остающихся пастбищами*, страна может использовать более высокий уровень даже в том случае, если *пастбища, остающиеся пастбищами*, не являются ключевым источником, особенно при возможных изменениях управления.

Уровень 2

Уровень 2 позволяет оценить изменения в биомассе, связанные с практиками управления. Для оценки изменений запаса углерода в биомассе предлагаются следующие два метода.

Метод поступлений-потерь (см. уравнение 2.7 в главе 2): Этот метод включает оценку площади пастбищных угодий по категориям управления, а также среднегодового прироста и потерь запасов биомассы. Для этого необходима оценка площади под *пастбищами, остающимися пастбищами*, соответственно различным климатическим или экологическим зонам или типам пастбищ, режиму возмущений, режиму управления или другим факторам, существенно влияющим на резервуары углерода биомассы и прирост или потери биомассы соответственно различным типам пастбищ.

Метод разности запасов (см. уравнение 2.8 в главе 2): Метод разности запасов включает оценку площади пастбищных угодий и запасов биомассы в два момента времени t_1 и t_2 . Среднегодовые разности в запасах биомассы для года кадастра получаются делением разности в запасах на период времени (в годах) между инвентаризациями. Этот метод оправдан для стран, имеющих периодические кадастры, и, возможно, больше подходит странам, принимающим методы уровня 3. Этот метод может не подходить для регионов с очень изменчивым климатом и, если не представляется возможным составление годовых кадастров, может давать ложные результаты.

Уровень 3

Методы уровня 3 используются в случае, когда страна имеет конкретные для нее коэффициенты выбросов и достаточные национальные данные. Определенная конкретной страной методология может быть основана на подробных кадастрах постоянных выборочных участков пастбищ и/или на моделях.

Для уровня 3 странам следует разработать свои собственные методологии и параметры для оценки изменений в биомассе. Эти методологии могут быть получены с использованием указанного выше уравнения 2.7 или 2.8 или могут быть основаны на других подходах. Используемый метод должен быть четко задокументирован.

Оценки запасов углерода в биомассе на национальном уровне должны быть определены как часть национальной инвентаризации пастбищ, моделей национального уровня или на основе специальной программы по кадастрам парниковых газов с периодической выборкой в соответствии с принципами,

изложенными в томе 1. Данные инвентаризации можно совместить 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. Некоторые страны разработали матрицы возмущений, которые предоставляют схему перераспределения углерода между различными резервуарами для каждого типа возмущения.

6.2.1.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ/ПОГЛОЩЕНИЙ

Для определения коэффициентов выбросов и поглощений, требуемых для оценки изменений в биомассе в результате управления, необходимы данные темпа прироста биомассы, потерь биомассы и коэффициент разрастания для подземной биомассы. Коэффициенты выбросов и поглощений используются для оценки прироста и потерь биомассы в результате вторжения многолетней древесной растительности в пастбищные угодья; деградации, связанной с чрезмерным выпасом скота, и прочих влияний управления.

Уровень 1

Уровень 1 следует выбирать при отсутствии значительных выбросов или поглощений на *пастбищах, остающихся пастбищами*. Уровень 1 предполагает стабильность биомассы для всех *пастбищ, остающихся пастбищами*. В тех странах, в которых происходят значительные изменения в управлении пастбищами или возмущения, предлагается собрать внутренние данные для оценки этого влияния и готовить отчетность по методологии уровня 2 или 3.

Уровень 2

Эффективная практика состоит в использовании данных о запасах углерода биомассы на уровне страны для различных категорий пастбищ в сочетании со значениями по умолчанию в случае, если для некоторых категорий пастбищ отсутствуют значения по стране или региону. Конкретные по стране значения для валового приращения биомассы, а также 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) могут быть получены из данных по конкретной стране с учетом типа пастбищ, темпа использования биомассы, практики заготовок и количества поврежденной растительности во время операций по заготовке. Значения по конкретной стране для режимов возмущений должны быть получены по результатам научных исследований.

Проведение оценки подземной биомассы может быть весьма важным компонентом обследований биомассы пастбищ, однако полевые измерения являются сложными и трудными. Поэтому часто используются коэффициенты разрастания для оценки подземной биомассы по надземной биомассе. Адаптации к пожарам и выпасам скота приводят к более высоким соотношениям массы корней и побегов по сравнению со многими другими экосистемами; поэтому нельзя применять коэффициенты разрастания, выведенные для нетронутых экосистем, без изменения. Соотношение массы корней и побегов существенно варьирует как для отдельных видов (например, Anderson *et al.*, 1972), так и в масштабах сообщества (например, Jackson *et al.*, 1996; Cairns *et al.*, 1997). В этой связи рекомендуется использовать, насколько это возможно, полученные эмпирическим путем соотношения массы корней и побегов, конкретные для региона или типа растительности. В таблице 6.1 представлены соотношения массы корней и побегов по умолчанию (все виды растительности) для пастбищных экосистем в основных климатических зонах мира (климатические зоны МГЭИК, взятые из приложения 3А.5). Эти значения можно использовать как значения по умолчанию в случае, когда страны не имеют более конкретной информации для определения конкретных для страны соотношений. Указаны также эти соотношения для лесных площадей/саванн и покрытых кустарником земель для использования теми странами, которые включают такие земли в раздел пастбищ в своих кадастрах.

Уровень 3

Подходы уровня 3 состоят в использовании сочетания динамических моделей с данными измерений для кадастров изменений запасов биомассы. Эти подходы не предусматривают использования простых изменений запасов или коэффициентов выбросов как таковых. Оценочные значения выбросов/поглощений с использованием основанных на моделях подходов получаются по результатам расчета нескольких уравнений, которые оценивают результирующее изменение запасов биомассы в рамках этих моделей. Модели вместе с периодическими оценками запасов, основанными на выборках, аналогичных тем, которые используются при подробных кадастрах леса, можно применять для оценки изменений в запасах или поступлений и отдач как на уровне 2, с тем, чтобы произвести пространственные экстраполяции для пастбищных площадей. Например, проверенные модели роста конкретных видов растительности, которые учитывают влияние видов практики управления, таких как

интенсивность выпаса, пожары и внесение удобрений, вместе с соответствующими данными о хозяйственной деятельности могут быть использованы для оценки результирующих изменений в биомассе пастбищ в ходе времени.

Таблица 6.1 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 ²
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 тропическая - сухая	2,8	9	± 95%
	Субтропические/тропические пастбища	Тропическая увлажненная и влажная	1,6	7	± 130%
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.

6.2.1.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Данные о деятельности состоят из данных о площадях для *пастбищ, остающихся пастбищами*, и охватывают основные типы пастбищ, практики хозяйствования и режимы возмущений. Общие площади пастбищ должны определяться в соответствии с изложенными в главе 3 подходами и должны соответствовать тем площадям, о которых сообщается в других разделах этой главы, особенно в разделе о МОВ и почвенном углероде *пастбищ, остающихся пастбищами*. Оценка изменений в биомассе в значительной мере упрощается, если эту информацию можно использовать вместе с национальными данными о почвах и климате, кадастрами растительности и другими биофизическими данными.

6.2.1.4 ЭТАПЫ РАСЧЕТОВ ДЛЯ УРОВНЯ 1 И УРОВНЯ 2

Ниже приводится краткое перечисление действий для оценки изменения запасов углерода в биомассе (ΔC_B)

Уровень 1

Если страны выбирают применение подхода уровня 1, то никакой дальнейшей работы не требуется, так как экосистема предполагается находящейся в устойчивом состоянии, при котором не ожидаются какие-либо изменения в запасах углерода. Таким образом, для биомассы отсутствуют рабочие формулы.

Уровень 2 (метод поступлений-потерь - уравнение 2.7 в главе 2)

Этап 1: Определить категории пастбищ, которые должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативные площади. Категории состоят из определений типа пастбища (например, с разделением по климатической зоне и представленным видам) и состояния или управления для данного типа [например, «деградированная, поросшая бурьяном прерия» (США, Канада) или «выпасаемые пастбища *campo limpo*» (Бразилия)] Данные о площади должны быть получены с использованием методов, описанных в главе 3.

Этап 2: Определить приращение биомассы и потери древесной биомассы (с помощью уравнений 2.9 и 2.11) для каждой страты и использовать эти данные для оценки результирующего изменения в биомассе (с помощью уравнения 2.7). Если имеются только данные для надземной биомассы, страны могут

использовать 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 0,50 тонн С на тонну биомассы (сухой вес). Подход уровня 2 может использовать значения коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 6.1, для оценки подземной биомассы в случае отсутствия конкретных по стране значений коэффициентов.

Этап 3: Определить среднее приращение биомассы и потери травянистой биомассы и использовать эти данные для оценки результирующего изменения в биомассе с помощью уравнения 2.7. Для травянистой биомассы может быть разработан подход, основанный на уравнениях 2.9 и 2.11. Если имеются только данные для надземной биомассы, страны могут использовать 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 по умолчанию отличается от значения в *РУЭП-ЗИЗЛХ* (МГЭИК, 2003), но является более реалистичным для травянистой биомассы. Для подхода уровня 3 требуется знание коэффициентов разрастания по конкретной стране или конкретной экосистеме. Подход уровня 2 может использовать значения коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 6.1, для оценки подземной биомассы в случае отсутствия конкретных по стране значений коэффициентов.

Этап 4: Если приращение и потери были определены в расчете на площадь, то оценить 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.

Уровень 2 (метод разности запасов - уравнение 2.8 в главе 2)

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). Использовать эти данные для оценки результирующего годового изменения в древесной биомассе (уравнение 2.8). Если имеются только данные для надземной биомассы, страны могут использовать 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 требуется знание коэффициентов разрастания по конкретной стране или конкретной экосистеме. Подход уровня 2 может использовать значения коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 6.1, для оценки подземной биомассы или конкретных по стране или по экосистеме значений коэффициентов разрастания, если имеются соответствующие данные. Обратит внимание, что значения R в таблице 6.1 являются значениями R для всей экосистемы. Таким образом, чтобы использовать эти значения, прежде всего, 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_{t_1}) и средний запас травянистой биомассы в конечный момент кадастра (C_{t_2}). Использовать эти данные и временной интервал кадастра для оценки результирующего годового изменения в травянистой биомассе (уравнение 2.8). Если имеются только данные для надземной биомассы, страны могут использовать 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 по умолчанию отличается от значения в *РУЭП-ЗИЗЛХ* (МГЭИК, 2003), но является более реалистичным для травянистой биомассы. Для подхода уровня 3 требуется знание коэффициентов разрастания по конкретной стране или конкретной экосистеме. Подход уровня 2 может использовать значения коэффициентов разрастания по умолчанию, представленные в таблице 6.1, для оценки подземной биомассы в случае отсутствия конкретных по стране значений коэффициентов.

Этап 4: Оценить суммарное изменение в запасах углерода биомассы для каждой категории, используя уравнение 2.8.

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

6.2.1.5 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

В этом разделе рассматриваются неопределенности по конкретным источникам, связанные с оценками для углерода биомассы на *пастбищах, 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. В общем случае точность кадастра повышается, а доверительный размах уменьшается с увеличением числа выборок для оценки значений для каждой категории, тогда как уменьшение отклонения (т.е. повышение точности) достигается лучше всего через разработку кадастра более высокого уровня, который включает в себя информацию по конкретной стране. Оценки ошибок (т.е. среднеквадратическое отклонение, среднеквадратическая ошибка или диапазоны) должны рассчитываться для каждого из этих определяемых по странам слагаемых, используемых в основной оценке неопределенности.

Составитель кадастра должен обратить внимание на неопределенности в данных по землепользованию и управлению и скомбинировать их с неопределенностями для значений по умолчанию коэффициентов и эталонных запасов углерода с помощью соответствующих методов, например, простых уравнений распространения ошибок. На уровне 2 при проведении инвентаризационного анализа используется информация по конкретной стране в целях уменьшения отклонения. *Эффективная практика* заключается в оценке зависимостей между коэффициентами, эталонными запасами углерода или данными по землепользованию и хозяйственной деятельности. В частности, 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 быть осуществлено с использованием соответствующих методов, таких как простые уравнения распространения ошибок или методы Монте-Карло, позволяющих оценить средние значения и среднеквадратические отклонения для изменения в запасах углерода биомассы (Ogle *et al.*, 2003; Vanden Bygaart *et al.*, 2004).

Модели уровня 3 являются более сложными, и простые уравнения распространения ошибок могут оказаться неэффективными при количественном выражении соответствующих неопределенностей в результирующих оценках. Проведение анализов по методам Монте-Карло возможно (Smith and Heath, 2001), но если модели имеют много параметров (некоторые модели могут иметь несколько сот параметров), то могут возникнуть затруднения, так как должны строиться совместные функции распределения вероятностей для количественного выражения дисперсий и ковариаций среди параметров. Возможно применение и других методов, таких как основанные на опыте подходы (Monte *et al.*, 1996), использующие полученные от сети мониторинга результаты измерений для статистической оценки связи между результатами измерений и результатами, полученными с помощью моделирования (Falloon and Smith, 2003). В противоположность моделированию, неопределенности в основанных на измерениях кадастрах уровня 3 могут быть оценены непосредственно с помощью данных о дисперсии выборок, оцениваемой ошибки измерений и других соответствующих источников неопределенности.

Неопределенности коэффициентов разрастания

Представленные в таблице 6.1 оценки неопределенности по умолчанию могут быть использованы для представления неопределенности для коэффициентов разрастания подземной биомассы. 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 значения, полученные по конкретной стране или региону. В применении к отдельным странам эти эталонные запасы углерода и коэффициенты изменений запасов могут отличаться по определению 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 надземной и подземной биомассы.

Неопределенности данных о деятельности

Данные о площадях и оценки неопределенности должны быть получены с использованием методов, изложенных в главе 3. Подходы уровней 2 и 3 можно также использовать с данными о деятельности более подробного разрешения, такими как оценки площадей для различных климатических регионов или для систем управления пастбищами в рамках национальных границ. Данные с более подробным

разрешением позволят снизить уровни неопределенности в увязке с коэффициентами накопления углерода, определенными для таких земельных баз данных более подробного масштаба. При использовании обобщенной статистики в отношении площади землепользования для данных о деятельности (например, данные ФАО) учреждение, составляющее кадастры, может применить для оценок площади земли уровень неопределенности по умолчанию ($\pm 50\%$). Тем не менее, *эффективная практика* для составителя кадастров заключается в выводе неопределенностей на основе данных о деятельности по конкретной стране вместо использования уровня по умолчанию. Для уровней 2 и 3 использование данных о деятельности с более высоким разрешением (такие как оценки площади для различных климатических регионов или систем управления пастбищами в рамках национальных границ) снижает уровни неопределенности, когда все необходимые параметры накопления/потерь углерода подходящим образом стратифицированы. Неопределенности в статистике данных о землепользовании могут быть снижены с помощью совершенствования национальной системы, например, путем развития или расширения наземной съемки с введением дополнительных мест выборки и/или дистанционного зондирования для обеспечения дополнительного покрытия. *Эффективная практика* заключается в создании системы классификации, которая отражает большую часть деятельности по землепользованию и управлению с достаточным размером выборки для минимизации неопределенности в национальном масштабе.

6.2.2 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. В главе 1 настоящего доклада представлены подробные определения этих резервуаров.

Валежная древесина - это разнотипный резервуар углерода, который трудно измерять в полевых условиях, с неопределенностями в показателях переноса в подстилку или почву, а также выбросах в атмосферу. Количество валежной древесины зависит от времени с момента последнего возмущения, количества поступления (гибели) во время возмущения, коэффициентов естественной гибели, скорости разложения и управления.

Накопление подстилки - это функция годового количества опавшей листвы, в которую входят все листья, побеги и небольшие ветви, плоды, цветы и кора, за минусом годового темпа разложения для этих поступлений. На массу подстилки оказывает влияние также время, прошедшее с момента последнего возмущения, и тип возмущения. Практика хозяйствования также изменяет свойства подстилки, однако имеется лишь очень небольшое число исследований, в которых ясно указывается влияние хозяйственной деятельности на запасы углерода в подстилке.

6.2.2.1 ВЫБОР МЕТОДА

Для описания изменений в запасах углерода в МОВ требуется оценка изменений в запасах для валежной древесины и подстилки (см. уравнение 2.17 в главе 2). Схема принятия решений на рисунке 1.2 (глава 1) способствует выбору подходящего уровня для осуществления процедур оценки.

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

Уровень 1

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. Таким образом, для МОВ *пастбищ, остающихся пастбищами*, рабочий формуляр не предусматривается. В тех странах, в которых происходят значительные изменения в типах пастбищ или в режимах возмущений или в хозяйственной деятельности на их пастбищах, предлагается собрать внутренние данные для количественного выражения этого влияния и готовить отчетность по методологиям уровня 2 или 3.

Уровни 2 и 3

Уровни 2 и 3 позволяют рассчитать изменения запасов углерода в валежной древесине и подстилке в связи с практиками хозяйствования. Для оценки изменений запаса углерода в МОВ предлагаются следующие два метода:

Метод поступлений-потерь (см. уравнение 2.18 в главе 2): Данный метод включает оценку площади для категорий управления пастбищ и среднегодового переноса в запасы валежной древесины и подстилки и из них. Для этого 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, существенно 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.

Метод разности запасов (уравнение 2.19 в главе 2): Данный метод включает оценку площади пастбищ и запасов валежной древесины и подстилки в два момента времени t_1 и t_2 . Изменения запасов валежной древесины и подстилки для года кадастра получаются делением изменений запасов на период времени (в годах) между двумя измерениями. Метод разности запасов оправдан для стран, имеющих периодические кадастры по пастбищам. Этот метод может не подходить для регионов с очень изменчивым климатом и, если не представляется возможным составление годовых кадастров, может давать ложные результаты. Этот метод больше подходит для стран, принимающих методы уровня 3. Методы уровня 3 используются в случае, когда страна имеет конкретные для нее коэффициенты выбросов и достаточные национальные данные. Определенная конкретной страной методология может быть основана на подробных кадастрах постоянных выборочных участков для пастбищ и/или на моделях.

6.2.2.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ/ПОГЛОЩЕНИЙ

Доля углерода: 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 C / тонна с.в. Значения доли углерода для подстилки на пастбищах меняются в диапазоне от 0,05 до 0,50 (Naeth *et al.*, 1991; Kauffman *et al.*, 1997). В случаях, когда данные по конкретной стране или экосистеме недоступны, предлагается использовать значение доли углерода, равное 0,40.

Уровень 1

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

Уровень 2

Эффективная практика состоит в использовании данных о МОВ на уровне страны для различных категорий пастбищ в сочетании со значениями по умолчанию в случае, если для некоторых категорий пастбищ отсутствуют конкретные по стране или региону значения. Конкретные по стране 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 местных коэффициентов разрастания, учитывая тип пастбищ, темп использования биомассы, практики заготовок и количество поврежденной растительности во время операций по заготовке. Значения по конкретной стране для режимов возмущений должны быть получены по результатам научных исследований.

Уровень 3

Для уровня 3 странам следует разработать свои собственные методологии и коэффициенты выбросов, необходимые для оценки изменений в МОВ. Эти методологии могут быть получены с использованием вышеуказанных методов или могут быть основаны на других подходах. Используемый метод должен быть четко задокументирован.

Оценки углерода МОВ, детализированные на национальном уровне, должны быть определены как часть национальной инвентаризации пастбищ, моделей национального уровня или на основе специальной программы по кадастрам парниковых газов с периодической выборкой в соответствии с принципами, изложенными в приложении 3А.3 главы 3. Данные инвентаризации можно совместить 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 отличаются большими связями между отдельными резервуарами углерода. Некоторые страны разработали матрицы возмущений (см. таблицу 2.1 в главе 2), 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 могут варьироваться в зависимости от типа древесины и микроклиматических условий, а также процедур подготовки участка (например, управляемый сплошной пал или сжигание куч).

6.2.2.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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 тем площадям, о которых сообщается в других разделах этой главы, особенно в разделе о биомассе *пастбищ, остающихся пастбищами*. Оценка изменений в мертвом органическом веществе упрощается, если эту информацию можно использовать вместе с национальными данными о почвах и климате, кадастрами растительности и другими биофизическими данными. Оценки площадей должны быть получены с использованием методов, описанных в главе 3.

6.2.2.4 ЭТАПЫ РАСЧЕТОВ ДЛЯ УРОВНЯ 1 И УРОВНЯ 2

Ниже приводится краткое перечисление действий для оценки изменения запасов углерода в МОВ:

Уровень 1

Если принято решение о том, что составление отчетности для данной категории будет проводиться с использованием подхода уровня 1, то никакой дальнейшей работы не требуется, так как экосистема предполагается находящейся в устойчивом состоянии, при котором не ожидаются какие-либо изменения в запасах углерода валежной древесины или подстилки.

Уровень 2 (метод поступлений-потерь) - уравнение 2.18 в главе 2

Каждый из резервуаров МОВ (валежная древесина и подстилка) должен рассматриваться отдельно, однако для всех этих резервуаров используется один и тот же метод.

Этап 1: Определить категории типов пастбищ, которые должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативную площадь.

Этап 2: Определить темпы поступлений и отдач валежной древесины и подстилки применительно к соответствующим резервуарам. Определить значения 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, и, таким образом, страны должны использовать имеющиеся местные данные. Рассчитать результирующее изменение в резервуарах МОВ путем вычитания отдач из поступлений. Отрицательные величины указывают на результирующее сокращение запаса.

Этап 3: Определить результирующее изменение в запасах МОВ для каждой категории путем вычитания отдач из поступлений. Перевести результирующее изменение в запасах биомассы МОВ в запасы углерода для каждой категории 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. Для подхода уровня 2 требуется знание коэффициентов темпов изменения запасов по конкретной стране или конкретной экосистеме.

Этап 4: 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.

Этап 5: Оценить общее изменение в запасах углерода валежной древесины путем сложения суммарных изменений в МОВ по всем категориям.

Уровень 2 (метод разности запасов) - уравнение 2.19 в главе 2

Каждый из резервуаров МОВ должен рассматриваться отдельно, однако для всех этих резервуаров используется один и тот же метод.

Этап 1: Определить категории типов пастбищ, которые должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативную площадь.

Этап 2: Определить результирующее изменение в запасах МОВ для каждой категории. На основании данных кадастра определить временной интервал кадастра, средний запас МОВ в начальный момент кадастра (t_1) и средний запас МОВ в конечный момент кадастра (t_2). Использовать эти данные для оценки результирующего годового изменения в запасах МОВ путем вычитания запаса МОВ в момент t_1 от запаса МОВ в момент t_2 и деления этой разницы на временной интервал (уравнение 2.19). Отрицательная величина указывает на уменьшение запаса МОВ.

Этап 3: Определить результирующее изменение в запасах углерода МОВ для каждой категории. Определить результирующее изменение в запасах углерода МОВ путем умножения результирующего изменения в запасах МОВ для каждой категории на долю углерода МОВ. Для подхода уровня 2 требуется знание коэффициентов разрастания по конкретной стране или конкретной экосистеме.

Уровни 4 и 5. То же, что для метода поступлений-потерь.

6.2.2.5 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

В этом разделе рассматриваются неопределенности по конкретным источникам, связанные с оценками для МОВ на *пастбищах, 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. В общем случае точность кадастра повышается, а доверительный размах уменьшается с увеличением числа выборок для оценки значений для каждой категории, тогда как уменьшение отклонения (т.е. повышение точности) достигается лучше всего через разработку кадастра более высокого уровня, который включает в себя информацию по конкретной стране. Оценки ошибок (т.е. среднеквадратическое отклонение, среднеквадратическая ошибка или диапазоны) должны рассчитываться для каждого из этих определяемых по странам слагаемых, используемых в основной оценке неопределенности.

Составитель кадастра должен обратить внимание на неопределенности в данных по землепользованию и управлению и скомбинировать их с неопределенностями для значений по умолчанию коэффициентов и эталонных запасов углерода с помощью соответствующих методов, например, простых уравнений распространения ошибок. На уровне 2 при проведении инвентаризационного анализа используется информация по конкретной стране в целях уменьшения отклонения. *Эффективная практика* заключается в оценке зависимостей между коэффициентами, эталонными запасами углерода или данными по землепользованию и хозяйственной деятельности. В частности, 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 быть осуществлено с использованием соответствующих методов, таких как простые уравнения распространения ошибок или методы Монте-Карло, позволяющих оценить средние значения и среднеквадратические отклонения для изменения в запасах углерода МОВ (Ogle *et al.*, 2003; Vanden Bygaart *et al.*, 2004).

Модели уровня 3 являются более сложными, и простые уравнения распространения ошибок могут оказаться неэффективными при количественном выражении соответствующих неопределенностей в результирующих оценках. Проведение анализов по методам Монте-Карло возможно (Smith and Heath, 2001), но если модели имеют много параметров (некоторые модели могут иметь несколько сот параметров), то могут возникнуть затруднения, так как должны строиться совместные функции распределения вероятностей для количественного выражения дисперсий и ковариаций среди параметров. Возможно использование и других методов, таких как основанные на опыте подходы (Monte *et al.*, 1996), использующие полученные от сети мониторинга результаты измерений для статистической оценки связи между результатами измерений и результатами, полученными с помощью моделирования (Falloon and Smith, 2003). В противоположность моделированию, неопределенности в основанных на измерениях кадастрах уровня 3 могут быть оценены непосредственно с помощью данных о дисперсии выборок, оцениваемой ошибки измерений и других соответствующих источников неопределенности.

Неопределенности коэффициентов выбросов/поглощений

На уровне 1 нет необходимости в анализе неопределенностей, так как по умолчанию предполагается неизменность запасов углерода в МОВ. Для оценок уровней 2 и 3 используются значения, полученные по конкретной стране или региону. В применении к отдельным странам эти эталонные запасы углерода и коэффициенты изменений запасов могут отличаться по определению 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 валежной древесины и подстилки.

Неопределенности данных о деятельности

Данные о площадях и оценки неопределенностей должны быть получены с помощью методов, изложенных в главе 3. При использовании обобщенной статистики в отношении площади землепользования для данных о деятельности (например, данные ФАО) учреждение, составляющее кадастры, может применить для оценок площади земли уровень неопределенности по умолчанию ($\pm 50\%$). Тем не менее, *эффективная практика* для составителя кадастров заключается в выводе неопределенностей на основе данных о деятельности по конкретной стране вместо использования уровня

по умолчанию. Для уровней 2 и 3 использование данных о деятельности с более высоким разрешением (такие как оценки площади для различных климатических регионов или систем управления пастбищами в рамках национальных границ) снижает уровни неопределенности, когда все необходимые параметры накопления/потерь углерода подходящим образом стратифицированы. Неопределенности в статистике данных о землепользовании могут быть снижены с помощью совершенствования национальной системы, например, путем развития или расширения наземной съемки с введением дополнительных мест выборки и/или дистанционного зондирования для обеспечения дополнительного покрытия. *Эффективная практика* заключается в создании системы классификации, которая отражает большую часть деятельности по землепользованию и управлению с достаточным размером выборки для минимизации неопределенности в национальном масштабе.

6.2.3 Почвенный углерод

В данном разделе рассматривается влияние управления пастбищами на запасы почвенного органического углерода, прежде всего путем воздействия на поступления углерода в почву и, следовательно, на запасы почвенного углерода, а также путем воздействия на чистую первичную продуктивность, корневой оборот и распределение углерода между корнями и побегами. 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 (Conant *et al.*, 2001; Follett *et al.*, 2001; Ogle *et al.*, 2004). Кроме того, дренаж органических почв в рамках управления пастбищами приводит к потерям почвенного органического углерода (Armentano and Menges, 1986).

Перед тем, как приступить к рассмотрению специальных руководящих принципов, касающихся запасов углерода пастбищ, необходимо ознакомиться с общей информацией и указаниями по оценке изменений запасов почвенного углерода, которые приводятся в разделе 2.3.3 главы 2 (включая уравнения). Для пастбищ общее изменение в запасах почвенного углерода оценивается с помощью уравнения 2.24 (глава 2), которое сочетает 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). В данном разделе представлены конкретные указания для оценки запасов почвенного органического углерода. См. раздел 2.3.3.1, где приводится общее обсуждение почвенного неорганического углерода; в данной главе никакая дополнительная информация по этому вопросу не предоставляется.

Для учета изменений в запасах почвенного углерода, связанных с пастбищами, остающимися пастбищами, страны должны располагать как минимум оценками площадей пастбищ в начале и в конце периода кадастра. При ограниченных данных о землепользовании и управлении в качестве исходных могут использоваться обобщенные данные, такие как статистические данные ФАО по пастбищам, наряду со знаниями экспертов страны о примерном распределении систем управления землями (например, деградированные, номинальные и улучшенные пастбищные системы и системы выпаса). Классы управления пастбищами должны стратифицироваться соответственно климатическим регионам и основным типам почв, что может основываться на классификациях по умолчанию или по конкретной стране. Это может быть осуществлено наложением карт землепользования на соответствующие климатические и почвенные карты.

6.2.3.1 ВЫБОР МЕТОДА

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. Возможно также, что странами будут использованы различные уровни для подготовки оценок отдельных подкатегорий почвенного углерода (т.е. изменения запасов органического углерода в минеральных и органических почвах и изменения запасов, связанных с резервуарами неорганического углерода почв). Для того, чтобы помочь составителям кадастров в выборе подходящего уровня для инвентаризации почвенного углерода, в разделе 2.3.3.1 (глава 2) приводятся схемы принятия решений для минеральных почв (рисунок 2.4) и органических почв (рисунок 2.5).

Минеральные почвы

Уровень 1

Метод оценки для минеральных почв основывается на изменениях в запасах почвенного органического углерода в течение определенного периода после изменений в управлении, которые влияют на накопление органического углерода в почве. После определенного переходного периода можно считать, что этот запас находится в устойчивом состоянии. Уравнение 2.25 (глава 2) используется для оценки

изменения в запасах почвенного органического углерода в минеральных почвах путем вычитания запаса углерода в последний год периода кадастра (SOC_0) от запаса углерода в начале периода кадастра ($SOC_{(0-t)}$) и деления полученной разности на временной промежуток (D), соответствующий коэффициентам изменения запасов углерода. Следует заметить, что площади обнаженного скального основания на пастбищах не включаются в расчеты запаса почвенного углерода (запас предполагается равным нулю). На практике сначала должны быть получены данные по хозяйственной деятельности на пастбищах для конкретной страны; эти данные должны быть классифицированы в соответствующие системы управления землями и затем стратифицированы по климатическим регионам и типам почв МГЭИК (см. главу 3). 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).

Уровень 2

В методе уровня 2 для минеральных почв также используется уравнение 2.25 (глава 2), но кадастровый подход получил дальнейшее развитие с включением информации по конкретной стране для лучшего определения коэффициентов изменения запасов, эталонных запасов углерода, климатических регионов, типов почвы и/или систем классификации управления земель.

Уровень 3

В подходах уровня 3 не пользуются простым коэффициентом изменения запасов как таковым, а скорее прибегают к динамическим моделям и/или детализированным измерениям по кадастру почвенного углерода в качестве основы для оценки годовых изменений запаса.

Оценки изменений запасов с использованием основанных на моделях подходов рассчитываются по связанным уравнениям, которые позволяют оценить результирующее изменение запасов углерода в почве. Существует множество моделей, предназначенных для моделирования динамики углерода в почве (например, см. обзоры McGill et al., 1996; Smith et al., 1997). Ключевые критерии при выборе подходящей модели включают: способность модели представлять все соответствующие виды систем/практики управления для пастбищ; совместимость входных параметров модели (т.е. управляющих переменных) с имеющимися в наличии входными данными в масштабе страны; способность модели представлять изменения запасов достаточным образом на основе сравнений с экспериментальными данными.

Подход уровня 3 может быть усовершенствован использованием подхода на основе измерений, при котором производятся периодические замеры с использованием сети мониторинга для оценки изменений запасов почвенного органического углерода. Для адекватного представления комбинации систем землепользования и управления, а также типов климата и почвы потребуется гораздо большая плотность реперных площадок по сравнению с сетью, связанной с проверкой моделей. В разделе 2.3.3.1 главы 2 содержатся дополнительные указания.

Органические почвы

Уровень 1

Для оценки изменения запасов углерода для управляемых пастбищ на органических почвах (например, торфяники, гистосоли) используется уравнение 2.26 (глава 2). Методология заключается в стратификации управляемых органических почв с разбивкой по климатическим регионам и определении годовых темпов выбросов по конкретному климатическому региону. Для получения годовых выбросов углерода площади земель умножаются на коэффициент выбросов и затем производят суммирование. Естественные пастбища, которые могут использоваться для сезонного выпаса, но которые не осушаются искусственным образом, не должны включаться в эту категорию.

Уровень 2

В подходе уровня 2 также используется уравнение 2.26 (глава 2), но дополнительно включается информация по конкретной стране для лучшего определения коэффициентов выбросов, климатических регионов и/или системы классификации управления землями.

Уровень 3

В подходах уровня 3 для органических почв используются динамические модели и/или сети измерений (дополнительную информацию см. в вышеприведенном разделе «Минеральные почвы»).

6.2.3.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТА ИЗМЕНЕНИЙ ЗАПАСОВ И ВЫБРОСОВ

Минеральные почвы

Уровень 1

Для подхода уровня 1 в таблице 6.2 приводятся коэффициенты изменений запасов по умолчанию, которые включают значения для коэффициента землепользования (F_{LU}), коэффициента поступлений (F_I) и коэффициента управления (F_{MG}). Методы и исследования, использованные для получения коэффициентов изменений запасов по умолчанию, представлены в приложении 6А.1. Временной промежуток (D) составляет 20 лет для коэффициентов изменений запасов по умолчанию, которые представляют влияние хозяйствования до глубины почвы 30 см. Эталонные запасы почвенного органического углерода по умолчанию приводятся в таблице 2.3 главы 2. Оценки эталонных запасов относятся к верхнему 30 см слою профиля почвы, что согласуется с приращением по глубине для коэффициентов изменения запасов по умолчанию.

Уровень 2

Оценка коэффициентов изменений запаса по конкретной стране является важным усовершенствованием кадастра, которое может быть достигнуто в подходе уровня 2. Получение коэффициента управления (F_{MG}) и коэффициента поступления (F_I) основывается на экспериментальных сравнениях с номинально управляемыми пастбищами со средним уровнем поступления соответственно, так как эти классы считаются номинальными практиками в схеме классификации МГЭИК по умолчанию для систем управления/хозяйствования (см. «Выбор данных о деятельности»). *Эффективная практика* заключается в получении значений для более подробных схем классификации по типам управления/хозяйствования, климата и почвы, если наблюдаются значительные различия в коэффициентах изменений запасов между более подробными категориями на основе эмпирического анализа. При подходе уровня 2 эталонные запасы углерода могут быть также получены на основании данных по конкретной стране. В разделе 2.3.3.1 главы 2 содержатся дополнительные указания.

Уровень 3

Оценка постоянных коэффициентов темпов изменений запасов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления. См. дальнейшие обсуждения в разделе 2.3.3.1 (глава 2).

Органические почвы

Уровень 1

Для подхода уровня 1 в таблице 6.3 представлены коэффициенты выбросов по умолчанию для оценки потерь углерода, связанных с осушением органических почв.

Уровень 2

При подходе уровня 2 коэффициенты выбросов получаются из экспериментальных данных по конкретной стране. *Эффективная практика* заключается в получении 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. Дополнительная информация приводится в разделе 2.3.3.1 (глава 2).

Уровень 3

Оценка постоянных коэффициентов выбросов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления. См. дальнейшие обсуждения в разделе 2.3.3.1 (глава 2).

ТАБЛИЦА 6.2 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 (F _{MG})	Номинально управляемые (недеградированные)	Все	1,0	NA	Представляет недеградированные и устойчиво управляемые пастбища, но без значительных улучшений в использовании.
Управление (F _{MG})	Умеренно деградированные пастбища	Умеренный/бореальный	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
		Тропический	0,97	± 11%	
		Тропический горный ³	0,96	± 40%	
Управление (F _{MG})	Сильно деградированные пастбища	Все	0,7	± 40%	Предполагает крупные долгосрочные потери продуктивности и растительного покрова вследствие сильного механического ущерба для растительности и/или сильной эрозии почвы
Управление (F _{MG})	Улучшенные пастбища	Умеренный/бореальный	1,14	± 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)
		Тропический	1,17	± 9%	
		Тропический горный ³	1,16	± 40%	
Поступление (применяется только к улучшенным пастбищам) (F _I)	Средний	Все	1,0	NA	Относится к улучшенным пастбищам, на которых не используются дополнительные вклады в ходе управления
Поступление (применяется только к улучшенным пастбищам) (F _I)	Высокий	Все	1,11	± 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 ± 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> <p>Примечание: В приложении 6A.1 приводится информация по оценке коэффициентов изменений запасов по умолчанию для выбросов/поглощений углерода применительно к минеральным почвам пастбищ.</p>					

ТАБЛИЦА 6.3 ГОДОВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ (EF) ДЛЯ ОСУШЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЧВ ПАСТИЩНЫХ УГОДИЙ		
Климатический температурный режим	Значения по умолчанию МГЭИК (тонны C / га x год)	Ошибка ¹
Бореальный/холодно-умеренный	0,25	± 90%
Умеренный теплый	2,5	± 90%
Тропический/субтропический	5,0	± 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 (см. таблицу 5.6 в главе 5), что примерно соответствует пропорциональным потерям углерода на осушенных пастбищах относительно возделываемых земель в соответствии с данными, представленными в работе Armentano and Menges (1986). Эти значения имеют некоторую степень неопределенности, как указано в столбце ошибок.

6.2.3.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Минеральные почвы

Уровень 1

Системы пастбищных угодий классифицируются в соответствии с практикой хозяйствования, влияющей на накопление почвенного углерода. В общем случае практикам хозяйствования, которые, как известно, увеличивают поступления углерода в почву и, следовательно, запасы почвенного органического углерода, такие как ирригация, внесение удобрений, известкование, внесение органических удобрений, более продуктивные виды трав, присваивается улучшенный статус со средними или высокими поступлениями в зависимости от уровня улучшения. Практикам хозяйствования, снижающим поступления углерода и накопление почвенного органического углерода, таким как длительное чрезмерное стравливание, 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. На рисунке 6.1 представлена система классификации, которая образует основу для кадастра уровня 1. Составители кадастров должны использовать эту классификацию для категоризации систем хозяйствования/управления в соответствии с коэффициентами изменений запасов по умолчанию уровня 1. Эта классификация может быть усовершенствована далее 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), например, основанные на выборочных точках кадастры землепользования и управления, образующие статистически обоснованную модель земельных площадей страны. (См. главу 3, где приводится обсуждение подходов). Как минимум, доступные статистические данные о землепользовании в глобальном масштабе, такие как базы данных ФАО (http://www.fao.org/waicent/portal/glossary_en.asp), обеспечивают годовые сводки данных об общих земельных площадях с разбивкой по основным видам землепользования. Это является примером обобщенных данных (подход 1).

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 могут также служить источником обобщенных статистических данных (подход 1) или информации о подробных изменениях в управлении (подходы 2 или 3). *Эффективная практика* заключается в присвоении пастбищным угодьям, там, где это возможно, 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 могут служить полезным источником информации для разбивки пастбищ в соответствии с системами управления (например, Conant and Paustian, 2002; McKeon *et al.*, 2004). Еще одним источником информации по практикам управления являются знания экспертов. *Эффективная практика* заключается в использовании экспертных знаний там, где это возможно, с

помощью методов, представленных в главе 2 тома 1 (приложение 2А.1 (Протокол о заключении эксперта)).

Национальные кадастры землепользования и ресурсов, основанные на повторных исследованиях некоторых участков, являются источником данных о деятельности, которые собираются с использованием подхода 2 или 3 и имеют ряд преимуществ по сравнению с обобщенными статистическими данными о пастбищах и землепользовании (подход 1). Данные временных рядов можно легко ассоциировать с конкретной системой управления пастбищами, а тип почвы, связанный с конкретным местоположением, можно определить путем выборки или путем соотнесения соответствующего местоположения с подходящей картой почвы. Выбранные на основе должной статистической схемы точки для кадастра также позволяют провести оценки изменчивости, связанной с данными о деятельности, что можно использовать в качестве части формального анализа неопределенности. Примером обследования с использованием подхода 3 является Национальный кадастр ресурсов США (Nusser and Goebel, 1997).

Данные о деятельности требуют дополнительных сведений из самой страны для разбивки площадей по типам климата и почвы. Если такая информация еще не собрана, то первоначальным подходом было бы совместное использование имеющихся карт земного покрова/землепользования (национального происхождения или из глобальных комплектов данных, таких как IGBP_DIS) с почвенными картами национального происхождения или из глобальных источников, такими как карты почв мира, составленные ФАО, и данными о климате, предоставляемыми Экологической программой ООН. В приложении 3А.5 главы 3 представлено подробное описание схем классификации климата и почв по умолчанию. Классификация почв основывается на таксономическом описании и на данных текстуры почв, тогда как климатические регионы основываются на данных среднегодовых температур и осадков, высоты над уровнем моря, возможности заморозка и потенциальной эвапотранспирации.

Уровень 2

Для подходов уровня 2 обычно требуется более подробная разбивка систем управления (если имеется достаточно данных), чем на уровне 1 (рисунок 6.1). Это может включать дальнейшее подразделение пастбищных систем (т.е. умеренно деградированные, сильно деградированные, номинальные и улучшенные) и классов поступлений (средние и высокие поступления). *Эффективная практика* заключается в дальнейшем подразделении классов по умолчанию на основе эмпирических данных, показывающих существенные различия в накоплениях почвенного органического углерода среди предложенных категорий. Кроме того, подходы уровня 2 могут включать более подробную стратификацию климатических регионов и типов почв.

Уровень 3

Для применения кадастра, основанного на динамических моделях и/или на 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, но при этом конкретные требования будут зависеть от используемой модели или схемы измерений.

Органические почвы

Уровень 1

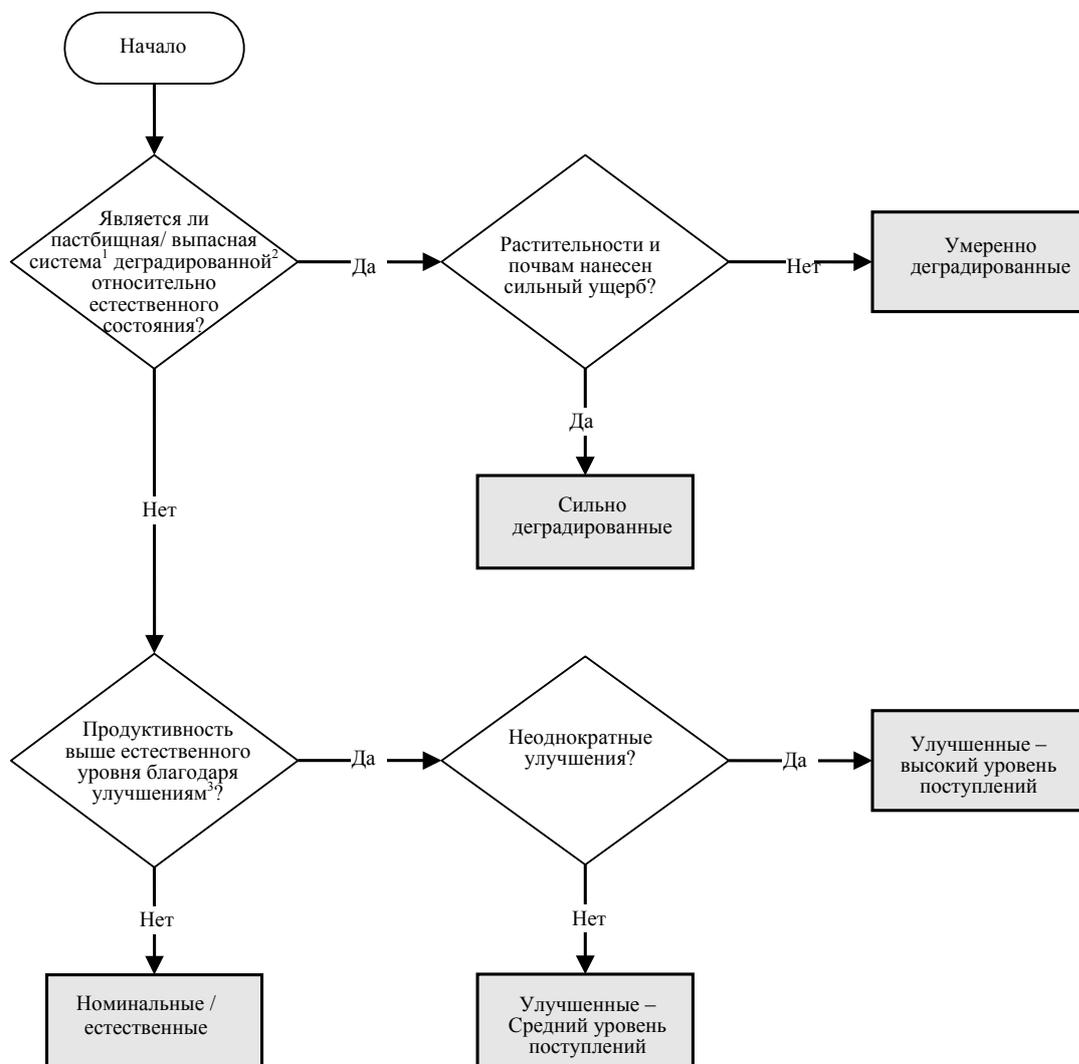
В отличие от метода для минеральных почв пастбища на органических почвах не классифицируются по системам управления в соответствии с допущением, что дренаж стимулирует окисление органического вещества примерно с той же скоростью после создания аэробных условий независимо от применяемых систем управления. Тем не менее, для применения метода, описанного в разделе 2.3.3.1 (глава 2), необходимо стратифицировать управляемые пастбища по типам почв и климатическим регионам (см. приложение 3А.5 главы 3, где приводятся указания по классификациям почв и климатическим условиям).

Для получения оценок площадей можно использовать базы данных и подходы, аналогичные описанным для минеральных почв в разделе, касающемся уровня 1. Площадь управляемых пастбищ с органическими почвами может быть определена с использованием наложения карты землепользования на климатические и почвенные карты. Данные по конкретной стране о проектах осушения вместе с почвенными картами и результатами обследований можно использовать для получения более точной оценки соответствующих площадей управляемых пастбищ на органических почвах.

Уровень 2

Подходы уровня 2 могут включать стратификацию систем управления, если имеется достаточно данных. Сюда может входить разделение пастбищных систем, например, по классам дренажа. Кроме того, подходы уровня 2 могут включать более подробную стратификацию климатических регионов.

Рисунок 6.1 Схема классификации для пастбищных/выпасных систем. Для классификации систем управления пастбищами составители кадастров должны начать сверху и пройти через всю схему, отвечая на вопросы (двигаться вдоль ветвей в соответствии с ответом) до достижения конечной точки на схеме. Данная схема классификации согласуется с коэффициентами изменений запасов по умолчанию, приведенными в таблице 6.2.



Примечание:

1. Включает пастбища долготелетнего пользования, сенокосные угодья и пригодные для выпаса земли.
2. Деградация, компенсируемая поступлением углерода в почву (относительно естественных условий), может быть вызвана длительным интенсивным выпасом или посадкой менее продуктивных растений по сравнению с естественной растительностью
3. Продуктивность явно связана с внесением углерода в почву (меры по улучшению управления, которые приводят к повышению внесения удобрений, улучшению ирригации, посадке более продуктивных видов растений, известкованию и посеву бобовых)

Уровень 3

Подходы уровня 3 для органических почв вероятно 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.

6.2.3.4 ЭТАПЫ РАСЧЕТОВ ДЛЯ УРОВНЯ 1**Минеральные почвы**

Этапы для определения SOC_0 и $SOC_{(0-T)}$ и результирующего изменения запасов почвенного углерода для пастбищ, остающихся пастбищами, 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 2.3 для каждой площади земли, охватываемой инвентаризацией. Эталонные запасы углерода являются одинаковыми для всех категорий землепользования во избежание расчета 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, существующие в начале периода кадастра. Значения F_{LU} , F_{MG} и F_I представлены в таблице 6.2.

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 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.).

Ниже приводится конкретный пример расчета изменения в запасах почвенного органического углерода пастбищ с помощью уравнения 2.25 (глава 2), коэффициентов изменения запасов по умолчанию и эталонных запасов углерода.

Пример: В данном примере показаны расчеты изменения запасов углерода в почве (до 30 см глубины) на пастбищах по совокупности площадей. В тропическом увлажненном климате на ультисолях имеются 1 Мга постоянных пастбищ. Естественный эталонный запас углерода (SOC_{REF}) для этого типа климата/почвы составляет 47 тонн С /га. В начале временного периода кадастра (в данном примере 1990 г.) распределение пастбищных систем было следующим: 500.000 га неуправляемых естественных пастбищ, 400.000 га неулучшенных умеренно деградированных стравленных пастбищ и 100.000 га сильно деградированных пастбищ. Отсюда начальные запасы углерода в почве для этой площади составляли: $500.000 \text{ га} \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 1 \bullet 1) + 400.000 \text{ га} \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 0,97 \bullet 1) + 100.000 \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 0,7 \bullet 1) = 45.026.000 \text{ тонн С}$. В последнем году периода кадастра (в данном примере последним годом является 2010 г.) имеется: 300.000 га неуправляемых естественных пастбищ; 300.000 га неулучшенных умеренно деградированных стравленных пастбищ; 200.000 га сильно деградированных пастбищ; 100.000 га улучшенных пастбищ с внесением удобрений и 100.000 га значительно улучшенных пастбищ с внесением удобрений и ирригацией. Таким образом, общие запасы

углерода в почве в год кадастра составляют: $300.000 \text{ га} \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 1 \bullet 1) + 300.000 \text{ га} \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 0,97 \bullet 1) + 200.000 \text{ га} \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 0,7 \bullet 1) + 100.000 \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 1,17 \bullet 1) + 100.000 \bullet (47 \text{ тонн С /га} \bullet 1 \bullet 1,17 \bullet 1,11) = 45.959.890 \text{ тонн С}$. Отсюда, среднегодовое изменение запасов за период по всей площади составляет: $45.959.890 - 45.026.000 = 933.890 \text{ тонн} / 20 \text{ лет} = 46.694,5 \text{ тонн С}$ увеличения запасов углерода в почве в год. (Примечание: 20 лет – это временной промежуток, соответствующий коэффициенту изменения запаса, т.е. коэффициенту, который представляет годовую скорость изменения в течение 20-летнего периода).

Органические почвы

Для оценки потерь углерода из осушенных органических почв необходимо выполнить следующие этапы:

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 площадь *настбиц*, остающихся *настбицами* на осушенных органических почвах, для последнего года каждого периода кадастра.

Этап 3: Выбрать соответствующий коэффициент выбросов (EF) для годовых потерь CO₂ в соответствии с климатическим температурным режимом (из таблицы 5.6).

Этап 4: Оценить суммарные выбросы путем суммирования произведения площади (A) на коэффициент выбросов (EF) по всем климатическим зонам.

Этап 5: Повторить для дополнительных периодов кадастра.

6.2.3.5 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

В кадастрах углерода почв существуют три широких 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 основанных на использовании моделей подходов уровня 3 или ошибка измерения / изменчивость выборки, связанная с основанными на измерениях кадастрами уровня 3. В общем случае 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 лучше всего через разработку кадастра более высокого уровня, который включает в себя информацию по конкретной стране.

Для уровня 1 неопределенности, связанные с эталонными запасами углерода, указаны в первой сноске к таблице 2.3, неопределенности коэффициентов выбросов для органических почв указаны в таблице 6.3, а неопределенности коэффициентов изменений запасов - в таблице 6.2. Составитель кадастра должен обратить внимание на неопределенности в данных по землепользованию и управлению и скомбинировать их с неопределенностями для коэффициентов по умолчанию и эталонных запасов углерода (только для минеральных почв) с помощью соответствующего метода, например, простых уравнений распространения ошибок. При использовании обобщенной статистики в отношении площади землепользования для данных о деятельности (например, данные ФАО) учреждение, составляющее кадастры, может применить для оценок площади земли уровень неопределенности по умолчанию ($\pm 50\%$). Тем не менее, *эффективная практика* для составителя кадастров заключается в выводе неопределенностей на основе данных о деятельности по конкретной стране вместо использования уровня по умолчанию.

В применении к отдельным странам данные по умолчанию для эталонных запасов углерода и коэффициентов изменений запасов для минеральных почв, а также коэффициентов выбросов для органических почв могут отличаться по определению высокими уровнями неопределенности, в частности, отклонениями. Значения по умолчанию представляют собой глобально усредненные значения для воздействий землепользования и управления или значения эталонных запасов углерода, которые могут отличаться от соответствующих значений по конкретным регионам (Powers *et al.*, 2004; Ogle *et al.*, 2006). Отклонения могут быть уменьшены с помощью полученных с использованием метода уровня 2 коэффициентов по конкретным странам или разработкой системы оценки уровня 3 по конкретным странам. Экспериментальные исследования в стране и соседних регионах, нацеленные на определение влияния землепользования и управления на углерод почвы, послужат основой для подходов более высокого уровня. Кроме того, *эффективная практика* заключается в дальнейшей минимизации

отклонения путем учета существенных различий внутри страны в отношении воздействий землепользования и управления, таких как варьирование между климатическими регионами и/или типами почвы, даже за счет снижения точности оценок коэффициентов (Ogle *et al.*, 2006). Отклонение считается более проблематичным для представления отчетности по изменениям запасов, так как отклонение не всегда входит в рамки неопределенности (т.е. действительное изменение запасов может оказаться за пределами сообщаемого диапазона неопределенностей, если имеется значительное отклонение в коэффициентах).

Неопределенности в статистике данных о землепользовании могут быть снижены с помощью совершенствования национальной системы, например, путем развития или расширения наземной съемки с введением дополнительных мест выборки и/или дистанционного зондирования для обеспечения дополнительного покрытия. *Эффективная практика* заключается в создании классификации, которая отражает большую часть деятельности по землепользованию и управлению с достаточным размером выборки для минимизации неопределенности в национальном масштабе.

На уровне 2 при проведении инвентаризационного анализа используется информация по конкретной стране в целях уменьшения отклонения. Например, Ogle *et al.* (2003) применяли данные по конкретной стране, чтобы построить функции распределения вероятностей для относящихся конкретно к США коэффициентов, данных о деятельности и эталонных запасов углерода для сельскохозяйственных почв. *Эффективная практика* заключается в оценке зависимостей между коэффициентами, эталонными запасами углерода или данными по землепользованию и хозяйственной деятельности. В частности, 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 быть осуществлено с использованием соответствующих методов, таких как простые уравнения распространения ошибок или методы Монте-Карло, позволяющих оценить средние значения и среднеквадратические отклонения для изменения в запасах почвенного углерода (Ogle *et al.*, 2003; Vanden Bygaart *et al.*, 2004).

Модели уровня 3 являются более сложными, и простые уравнения распространения ошибок могут оказаться неэффективными при количественном выражении соответствующих неопределенностей в результирующих оценках. Проведение анализов по методам Монте-Карло возможно (Smith and Heath, 2001), но если модели имеют много параметров (некоторые модели могут иметь несколько сот параметров), то могут возникнуть затруднения, так как должны строиться совместные функции распределения вероятностей для количественного выражения дисперсий и ковариаций среди параметров. Возможно использование и других методов, таких как основанные на опыте подходы (Monte *et al.*, 1996), использующие полученные от сети мониторинга результаты измерений для статистической оценки связи между результатами измерений и результатами, полученными с помощью моделирования (Falloon and Smith, 2003). В противоположность моделированию неопределенности в основанных на измерениях кадастрах уровня 3 могут быть оценены непосредственно с помощью данных о дисперсии выборок, оцениваемой ошибки измерений и других соответствующих источников неопределенности.

6.2.4 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 «выжигании саванн» в основном в тропических и субтропических районах. Тем не менее, травянистые и древесные формации в других районах мира также могут подвергнуться пожарам, главным образом, в результате практик хозяйствования и происходящие при этом выбросы иных, чем CO₂, газов должны сообщаться в отчетности.

Выбросы CO₂ от сжигания биомассы на *пастбищах, остающихся пастбищами*, не сообщаются в отчетности, так как они в основном 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, должны быть указаны в отчетности независимо от происхождения (стихийные или антропогенные пожары). Количество сгораемой в одном пожаре биомассы может меняться от региона к региону и в зависимости от сезона. Полнота сгорания и соответствующая доля биомассы, преобразованной в иные, чем CO₂, парниковые газы, может также меняться.

Страны должны сообщать об иных, чем CO₂, выбросах от сжигания биомассы на *пастбищах, остающихся пастбищами*, используя годовые данные вместо средних данных о деятельности за какой-

либо данный период. Это позволяет отразить в отчетности междугодичные флуктуации в связи с климатическими явлениями (такие как El Niño) или естественной климатической изменчивостью (необычайно засушливые года, когда возмущения от пожаров могут быть чаще). В общем случае оценки являются весьма неопределенными из-за отсутствия надежных и точных данных о массе доступного для горения топлива и коэффициентах сгорания и выбросов.

Общий метод для оценки выбросов парниковых газов от *настбищ, остающихся настбищами*, описан уравнением 2.27 в главе 2. Выбросы от сжигания биомассы должны оцениваться для резервуаров надземной биомассы и МОВ. При сжигании предполагается, что после возмущения подземная биомасса остается постоянной или переносится в почвенный резервуар. Значения по умолчанию для метода уровня 1 или компонент метода уровня 2 представлены в разделе 2.4 главы 2.

6.2.4.1 ВЫБОР МЕТОДА

В приведенной на рисунке 2.6 в главе 2 схеме принятия решений даются указания по выбору подходящего уровня для сообщения иных, чем CO₂, выбросов от сжигания биомассы. Если сжигание биомассы на *настбищах, остающихся настбищами*, не является ключевой категорией, то страны могут по своему выбору сообщать об иных, чем CO₂, выбросах с использованием метода уровня 1, который основывается на высокообобщенных данных и коэффициентах сгорания и выбросов по умолчанию. Тем не менее, если сжигание биомассы на *настбищах, остающихся настбищами*, является ключевой категорией, то странам следует стремиться к улучшению подходов к составлению кадастров и отчетности путем перехода на возможно более высокий уровень расчетов с учетом национальных условий.

Уровень 1

Если для составления отчетности выбран метод уровня 1, то необходимо применять уравнение 2.27. Уровень 1 основывается на высокообобщенных данных и коэффициентах сгорания и выбросов по умолчанию. При отсутствии данных о массе доступного для сжигания топлива (M_B) странам следует использовать приведенные в таблице 2.4 (глава 2) данные по умолчанию для массы потребляемого топлива. Тем не менее, в связи с тем, что данные в этой таблице представлены по типам и подкатегориям растительности, то перед тем, как выбирать соответствующее значение (или значения) по умолчанию, страны, использующие эти данные, должны стратифицировать на своей территории площадь *настбищ, остающихся настбищами*.

Уровень 2

Уровень 2 расширяет возможности уровня 1 путем включения более детализированных оценок площади (по типам и подкатегориям растительности), а также конкретных по стране оценок коэффициентов сгорания и выбросов для каждой страты. Выжигаемую площадь можно оценить с помощью данных дистанционного зондирования, имеющих адекватное пространственное и временное разрешение и проанализированных соответственно устойчивой модели выборки. Периодичность сбора данных имеет важное значение, особенно в тропиках, где выжигание растительности происходит в определенный период года, который может охватывать несколько месяцев. При оценке выжигаемой площади важно учесть ее изменение, происходящее от месяца к месяцу.

Уровень 3

Метод уровня 3 должен основываться на моделях с алгоритмами для получения карт выжигаемой площади регионального масштаба с использованием спутниковых данных среднего пространственного разрешения, получаемых из различных источников. Результаты должны быть проверены 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. Странам следует стратифицировать в той степени, насколько это возможно, площади *настбищ, остающихся настбищами*, и соответствующие коэффициенты сгорания и выбросов. Метод уровня 3 должен предоставить оценки (потоки) воздействия сжигания биомассы на все резервуары, включая подземную биомассу.

6.2.4.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Уровень 1

При подходе уровня 1 для каждого иного, чем CO₂, парникового газа предоставляются значения по умолчанию коэффициентов сгорания [доля потребляемого топлива (надземной биомассы, подстилки и валежной древесины)] в таблице 2.6 (глава 2) и коэффициентов выбросов в таблице 2.5 (глава 2). Оценки для надземной биомассы в саваннах представлены в таблице 6.4. Значение из таблицы 2.4 должно

использоваться в качестве «доли фактически сожженного топлива» в уравнении 2.27 (глава 2). Несмотря на то, что данные для уровня 1 обычно являются высокообобщенными, странам следует стремиться к стратификации площади пастбищ, подвергшихся выжиганию биомассы, по широким типам растительности (местность, покрытая кустарником; саванное редколесье; саванное пастбище), а также в соответствии с периодом выжигания (ранний сухой сезон, или средний/поздний сухой сезон). Если пастбище стратифицируется по типу растительности и подкатегории (например, саванные парки, саванное редколесье), страны могут использовать приведенные в таблице 2.4 (глава 2) значения по умолчанию для потребления биомассы, которые дают оценку производства доступного топлива и доли фактически сожженной биомассы (эквивалент производства значений M_B и C_f в уравнении 2.27 (глава 2)).

Уровень 2

Страны, применяющие подход уровня 2, должны использовать конкретные по стране коэффициенты сгорания и выбросов, разработанные для каждого широкого типа пастбищ (местность, покрытая кустарником; саванное редколесье; саванное пастбище) и каждой из подкатегорий (если применимо).

Уровень 3

Страны, применяющие метод уровня 3, должны разработать алгоритмы для оценки выжигаемой площади, которые проверяют полученные продукты с помощью данных полевой съемки и консультаций с пользователями этих продуктов.

6.2.4.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Уровень 1

Для метода уровня 1 единственными необходимыми данными о деятельности являются площади *пастбищ, остающихся пастбищами*, на которых производилось сжигание биомассы. При отсутствии национальных данных по выжженным площадям можно использовать данные из карт глобальных пожаров. Тем не менее, следует отметить, что любые 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 страны могут также 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

Данный подход расширяет возможности уровня 1 путем включения более детализированных данных по площадям, подвергшимся выжиганию биомассы. Площади пастбищ должны стратифицироваться соответственно различным типам пастбищной растительности (местность, покрытая кустарником; саванное пастбище; саванное редколесье и т.д.) и подкатегориям. Следует использовать национальные оценки выжигаемых площадей. При отсутствии надежных национальных данных страны могут полагаться на карты глобальных пожаров, но должны стремиться оценить конкретные выборки, лежащие в основе разработки карт пожаров, и, что более важно, связанные с этими выборками систематические или несистематические отклонения. 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.

Уровень 3

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.

6.2.4.4 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Существует несколько источников неопределенностей, связанных с оценками иных, чем CO_2 , выбросов в результате сжигания биомассы на *пастбищах, остающихся пастбищами*. Например, саванны включают

гетерогенную мозаику трав, кустарников, колючих шрабов и редколесья. Характер пожаров сильно варьирует среди этого разнообразия, и, следовательно, разукрупнение растительных формаций приведет к более высокой точности.

Доля топлива, которая фактически сгорает в процессе сжигания биомассы (коэффициент сгорания), сильно меняется не только по различным экосистемам, но также по различным пожарам, по различным годам, а также в зависимости от практики культивирования. Результаты измерений по данному пожару, году и/или условию культивирования не могут экстраполироваться с уверенностью применительно к другим регионам или годам или к другой шкале биомы (Robinson, 1989).

Основным источником неопределенности при оценке вклада сжигания биомассы в выбросы малых газовых составляющих являются размеры площади выжигания, интенсивность пожара и темпы его распространения, особенно в тропических экосистемах (Seiler and Crutzen, 1980; Matson and Ojima, 1990; Robinson, 1989). Оценки точности расходятся в широких пределах и существенным образом зависят от точности оценок выжигаемой площади, доли окисленного доступного топлива и доступного топлива биомассы. Неопределенности оценок выжигаемой площади могут заметным образом 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 конкретной стране и, по меньшей мере, двукратных значений при использовании только данных по умолчанию.

6.3 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* (LG), включает в себя 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.

Последствия, касающиеся углерода, при переустройстве земель из других видов землепользования (главным образом из лесных площадей, возделываемых земель и в меньшей степени из водно-болотных угодий и редко из поселений) в пастбища являются менее изученными, чем в случае с переустройством в возделываемые земли. В литературе по основным видам переустройства (из лесных площадей в пастбища в тропиках) представлены данные о результирующих поступлениях, а также результирующих потерях для углерода почв и известно, что влияние управления на изменения углерода в почве пастбищ после их переустройства является критически важным (см., например, Veldkamp, 2001) также как запасы до переустройства. Переустройство земель из других видов использования, а также из естественного состояния в пастбища может привести к результирующим выбросам или результирующим поглощениям CO₂ как от биомассы, так и от почв. Процесс переустройства может также приводить к выбросам в результате сжигания биомассы.

В представленной на рисунке 1.3 (глава 1) схеме принятия решений приводятся указания по выбору подходящего уровня для осуществления процедур оценки для *земель, переустроенных в пастбища*.

6.3.1 Биомасса

В данном разделе представлены руководящие принципы для оценки изменений запасов углерода в биомассе вследствие переустройства неуправляемых земель в управляемые пастбища, а также переустройства из других видов землепользования в пастбища, включая *лесные площади, переустроенные в пастбища*, и возделываемые земли, переустроенные в пастбища и выпасы. Изменения в запасе углерода в биомассе при переустройстве земель в пастбища происходят в результате удаления существующей растительности и замены ее пастбищной растительностью. Это явление отличается от концепций, лежащих в основе изменений запасов углерода в биомассе *пастбищ, остающихся пастбищами*, где изменения связаны с практикой управления.

Переустройство земель в пастбища часто приводит к переносу углерода от одного резервуара к другому. Все переносы должны быть учтены, а поступления и потери для этих резервуаров в процессе перехода к новому устойчивому состоянию должны быть рассмотрены при составлении отчетности по землям, переустроенным в пастбища. Например, при переустройстве леса в пастбище производится рубка

деревьев и часть надземной биомассы переносится в резервуар мертвого органического вещества, часть подземной биомассы переносится в резервуар почвенного органического вещества и т.д.

Для оценки изменений в запасах углерода биомассы для земель, переустроенных в пастбища, требуется двухфазный подход. В биомассе часто происходит резкое изменение, связанное с изменением землепользования, в частности, когда это 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 должна достичь равновесия, когда она начинает рассматриваться в категории *пастбищ, остающихся пастбищами*, и учитывается под этой категорией. Следующий за переустройством 20-летний переходный период представляет собой установленный по умолчанию период нахождения в переходной категории, однако страны могут определить иной подходящий переходный период по своему усмотрению. Значения коэффициентов, определяющих темпы выбросов, могут зависеть от использованного переходного периода.

Для учета переходного периода земли, переустроенные в пастбища, должны рассматриваться по группам с одинаковыми годами переустройства. Т.е. земли, переустроенные в заданный год, должны учитываться 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*.

Возможно, что для некоторых земель, переустроенных в пастбища, не будет резкого перехода (например, заброшенные возделываемые земли, преобразуемые в пастбища). В этом случае методы фазы 1 не подходят и происходит постепенный переход резервуаров биомассы к новому равновесию. Когда происходит такой тип переустройства, расчет всего переустройства может производиться методами фазы 2.

Эффективная практика заключается в разделении переносов углерода между резервуарами при резком переходе. Данные о непосредственных воздействиях деятельности по переустройству земель на пять запасов углерода могут быть сведены в «матрицу возмущений». Эта матрица описывает удержание, переносы и выбросы углерода для резервуаров исходной экосистемы, происходящие вслед за переустройством в пастбища. Матрица возмущений определяет для каждого резервуара долю углерода, которая остается в данном резервуаре, и долю, которая переносится в другие резервуары. Возможно лишь небольшое число переходов, и они указаны в матрице возмущений в таблице 2.1 (глава 2). При более или менее постоянных темпах переустройства земель допущение о том, что весь углерод в этих резервуарах теряется во время переустройства, является целесообразным 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 2.16 (глава 2). На протяжении переходного периода резервуары, которые получают или теряют углерод, зачастую характеризуются нелинейной кривой потерь или накоплений, которая может быть представлена с помощью матриц каскадного перехода. Если известны действительные формы указанных кривых, то их можно применить к каждой группе, подвергающейся переходу в течение отчетного периода, для оценки годовых выбросов или поглощений конкретным резервуаром. Если форма кривой неизвестна, то страны могут в порядке упрощения использовать линейную функцию разложения для оценки изменений резервуара. Для оценки этих изменений существуют два метода.

6.3.1.1 ВЫБОР МЕТОДА

В представленной на рисунке 2.2 (глава 2) схеме принятия решений приводятся указания по выбору подходящего уровня для осуществления процедур оценки биомассы земель, переустроенных в пастбища. Для оценки изменений в биомассе требуется оценка изменений в надземной растительности и изменений в подземной биомассе. Страны должны использовать по возможности наиболее высокий уровень, отвечающий национальным условиям. *Эффективная практика* заключается в использовании подхода уровня 2 или уровня 3, если выбросы и поглощения углерода на землях, переустроенных в пастбища, являются ключевой категорией, и если подкатегория биомассы считается значимой на основе принципов, изложенных в главе 4 (Методологический выбор и определение ключевых категорий) тома 1.

Уровень 1

Изменение в запасе углерода биомассы на *землях, переустроенных в пастбища*, на уровне 1 должно оцениваться с помощью уравнения 2.15. Среднее изменение запасов углерода равно изменению запасов углерода вследствие удалений биомассы от первоначального землепользования (т.е. углерод в биомассе незамедлительно 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 2.16) даже при отсутствии резкого изменения, и, таким образом, остаточная биомасса ($V_{\text{ПОСЛЕ}}$) принимается равной нулю (т.е. земля очищена от всей прежней растительности до высева пастбищных культур). Таким образом, отсутствует перенос биомассы из резервуара биомассы в резервуар, например, валежной древесины. 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).

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 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 страны могут учитывать воздействие этих изменений на запасы углерода в биомассе, используя методы уровня 2 из раздела «*Пастбища, остающиеся пастбищами*». *Эффективная практика* заключается в том, чтобы учесть все *земли, переустроенные в пастбища*. Таким образом, для каждого типа переустройства должен выполняться отдельный расчет.

Уровень 2

Расчеты уровня 2 структурно отличаются от расчетов уровня 1. Во-первых, в оценках уровня 2 используется описанный выше двухфазный подход. Уровень 2 основывается на некоторых оценках биомассы по конкретной стране для начального и конечного землепользования, а не на значениях по умолчанию, как уровень 1.

Оценки по площади для *земель, переустроенных в пастбища*, детализированы с использованием пространственных масштабов более высокого разрешения по сравнению с уровнем 1 с тем, чтобы отразить региональные вариации в пастбищных формациях страны.

Во-вторых, в рамках уровня 2 страны могут изменить допущение о том, что запасы биомассы сразу же после переустройства равны нулю. Это позволяет странам учитывать переходы в землепользовании, когда лишь некоторая часть (но не вся) растительности удаляется с земель начального землепользования. Более того, при использовании уровня 2 возможно 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. Пастбищные системы обычно не содержат значительных количеств углерода в резервуарах валежной древесины или подстилки, однако валежная древесина может сохраняться в течение ряда лет на молодых пастбищах, которые заменяют леса, или накапливаться в покрытых кустарником местностях в качестве отмершей древесной биомассы. При более или менее постоянных темпах переустройства земель допущение о том, что весь углерод в этих резервуарах теряется во время переустройства, является целесообразным первым приближением. Если темпы переустройства земель меняются во времени, то следует попытаться учесть 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 2.16 (глава 2), в котором слагаемое $V_{\text{ПОСЛЕ}}$ принято равным нулю. Резервуары, получающие или теряющие углерод в течение переходного периода, часто имеют нелинейную кривую потерь или накоплений, которая может быть представлена с помощью матриц каскадного перехода. Для уровня 2 можно принять линейную функцию изменения. Для основанного на этих методах подхода уровня 3 *эффективная практика* заключается в использовании действительных форм кривых. Указанные кривые должны быть применены к каждой группе, подвергающейся переходу в течение отчетного года, чтобы оценить годовое изменение в резервуарах углерода биомассы.

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 2.7 в главе 2): Этот 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 2.8 в главе 2): 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. Метод разности запасов оправдан для стран, имеющих периодические кадастры, и, возможно, больше подходит странам, принимающим методы уровня 3. Этот метод может не подходить для регионов с очень изменчивым климатом и, если не представляется возможным составление годовых кадастров, может давать ложные результаты.

Уровень 3

Методы уровня 3 используются в случае, когда страна имеет конкретные для нее коэффициенты выбросов и достаточные национальные данные. Определенная конкретной страной методология может быть основана на подробных кадастрах постоянных выборочных участков для пастбищ и/или на моделях. Для уровня 3 странам следует разработать свои собственные методологии и параметры для оценки изменений в биомассе. Эти методологии могут быть получены с использованием вышеуказанных методов или могут быть основаны на других подходах. Используемый метод должен быть четко задокументирован.

Уровень 3 предназначен для систем кадастров, использующих статистически обоснованные выборки биомассы во времени и/или модели процессов, с разбивкой по климату, типу пастбищ и режиму управления. Например, проверенные модели роста конкретных видов растительности, которые учитывают влияние видов практики управления, таких как интенсивность выпаса, пожары, известкование и внесение удобрений, вместе с соответствующими данными о хозяйственной деятельности могут быть использованы для оценки результирующих изменений в биомассе пастбищ в ходе времени. Модели вместе с периодическими оценками биомассы, основанными на выборках, аналогичных тем, которые используются при подробных кадастрах леса, можно применять для оценки изменений в запасах, с тем, чтобы выполнять пространственные экстраполяции для пастбищных площадей.

Ключевые критерии при выборе надлежащих моделей включают способность представлять все переустройства экосистем и практики управления, которые представлены в данных о деятельности. Важным является то, чтобы модель проверялась в сопоставлении с независимыми наблюдениями на полевых участках конкретной страны или региона, которые являются репрезентативными для разных видов климата, почв и систем управления пастбищами в стране.

По возможности следует использовать 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 увязаны с местными темпами накопления и удаления углерода и воздействиями возобновления запасов и практики управления, что будет содействовать повышению точности оценок.

6.3.1.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ/ПОГЛОЩЕНИЙ

Уровень 1

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

- лесные площади до расчистки: см. главу 4 (Лесные площади);
- возделываемые земли с многолетними древесными культурами: см. главу 5 (Возделываемые земли);
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 6.4 представлены значения по умолчанию для биомассы после переустройства; тем не менее, в пределах каждого региона наблюдаются вариации, главным образом связанные с количеством осадков и текстурой почвы. Эти значения по умолчанию имеют высокие значения ошибки, и страны должны использовать наилучшие из имеющихся местных данных для оценки биомассы пастбищ.

ТАБЛИЦА 6.4 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	Ошибка³
Бореальная - сухая и влажная ⁴	1,7	8,5	± 75%
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%
Тропическая - сухая	2,3	8,7	± 75%
Тропическая - увлажненная и влажная	6,2	16,1	± 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 (таблица 6.1).

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

⁴ Из-за ограниченности данных сухая и влажная зоны для бореального температурного режима и увлажненная и влажная зоны для тропического температурного режима объединены.

Уровень 2

Эффективная практика заключается в использовании оценок по конкретной 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 могут принимать форму систематических исследований содержания углерода, а также выбросов и поглощений, связанных с землепользованиями и преобразованиями землепользований в рамках страны или региона, и пересмотра допущений по умолчанию в свете условий конкретной страны.

Для подхода уровня 2 требуются конкретные для региона или страны данные по биомассе для молодых пастбищ. Эти данные можно получить 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 могут значительным образом варьироваться для разных типов пастбищ и условий, и поэтому наиболее эффективным способом, возможно, является стратификация деятельности по выборке и съемке по типам пастбищ. Общие указания по методам съемки и отбора проб для кадастров биомассы приведены в приложении 3А.3 главы 3.

Для учета изменений запасов углерода при переустройстве земель в пастбища необходимо точно отслеживать динамику подземной биомассы. В случае заброшенных возделываемых земель по мере смены сообществ экосистемы происходит непрерывное возрастание подземной биомассы. На землях, переустроенных из лесов в пастбища, происходит постепенное разложение подземной лесной биомассы и постепенное увеличение подземной биомассы пастбищных трав. Проведение оценки подземной биомассы может быть весьма важным компонентом обследований биомассы пастбищ, однако полевые измерения являются сложными и трудными, и поэтому часто используются коэффициенты разрастания для оценки подземной биомассы по надземной биомассе.

Соотношение массы корней и побегов меняется в широком диапазоне значений как для отдельных видов (например, Anderson *et al.*, 1972), так и в масштабах сообщества (например, Jackson *et al.*, 1996; Cairns *et al.*, 1997). В этой связи рекомендуется использовать, насколько это возможно, полученные эмпирическим путем соотношения массы корней и побегов, конкретные для региона или типа растительности. В таблице 6.1 представлены соотношения массы корней и побегов по умолчанию для основных пастбищных экосистем мира; эти данные можно использовать как значения по умолчанию в случае, когда страны не имеют более конкретной информации по регионам для определения конкретных для страны соотношений. Указаны также эти соотношения для лесных площадей/саванн и покрытых кустарником земель для использования теми странами, которые включают такие земли в раздел пастбищ в своих кадастрах.

Уровень 3

Подходы уровня 3 состоят в использовании сочетания динамических моделей с данными измерений для кадастров изменений запасов биомассы. В этих подходах не используются простые изменения запасов или коэффициенты выбросов как таковые. 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 (как на уровне 2, с тем чтобы произвести пространственные экстраполяции для пастбищных площадей) могут использоваться модели вместе с периодическими оценками запасов, основанными на выборках, аналогичных тем, которые используются при подробных кадастрах леса. Например, проверенные модели роста конкретных видов растительности, которые учитывают влияние видов практики управления, таких как интенсивность выпаса, пожары и внесение удобрений, вместе с соответствующими данными о хозяйственной деятельности могут быть использованы для оценки результирующих изменений в биомассе пастбищ в ходе времени.

6.3.1.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для всех уровней требуются оценки земельных площадей, переустроенных в пастбища. Те же данные о площади следует использовать для расчетов биомассы и для оценок углерода мертвого органического вещества и почв. В случае необходимости, данные о площади, используемые в анализе почв, 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. Данные о площади должны быть получены с использованием методов, описанных в главе 3. Для обеспечения полноты и согласованного представления переустроенных за год земель следует проводить перекрестную проверку, с тем чтобы избежать возможных упущений или двойного учета. Данные следует разделить 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 быть включены; переходы, произошедшие раньше упомянутого переходного периода (20 лет по умолчанию), сообщаются в подразделе *пастбищ, остающихся пастбищами*. Для более высоких уровней требуется большая детализация, однако минимальные требования к кадастрам в соответствии с *Руководящими принципами МГЭИК* заключаются в том, что площади переустройства леса определяются отдельно. Это объясняется тем, что леса обычно имеют более высокую плотность углерода до переустройства. Это означает необходимость, по меньшей мере, частичного знания матрицы изменений землепользования, и, следовательно, при использовании подходов 1 и 2 главы 3 для оценки земельной площади могут потребоваться дополнительные обследования для определения площади земель, переустраиваемых из лесных площадей в пастбища. Как указывалось в главе 3, там, где организуются обследования, часто более точные результаты дает непосредственное определение площадей, подвергающихся переустройству, чем их оценка по разности в общей площади земли, находящейся в конкретном пользовании в различные сроки.

Уровень 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. Методология предполагает, что оценки площадей основаны на временном периоде в один год, по истечении которого они переходят в категорию *пастбищ, остающихся пастбищами*. Если оценки площадей проведены для более длительного периода времени, то их следует переводить в среднегодовые площади, с тем чтобы соответствовать используемым значениям запасов углерода. Если у стран эти данные отсутствуют, то частичные выборки можно экстраполировать на всю земельную базу, или исторические оценки переустройства могут экстраполироваться по времени, основываясь на заключении экспертов страны. Как минимум, страны могут полагаться на информацию о средних темпах сведения лесов и переустройства землепользования в пастбища из международных источников, включая ФАО (см.

вебсайт FAOSTAT). При подходах уровня 1 можно использовать среднегодовые темпы переустройства и расчетные площади вместо непосредственных оценок.

Уровень 2

Эффективная практика заключается в использовании оценок действительных площадей для всех возможных переустройств из начального типа землепользования к конечному типу пастбищ. Полная отчетность может достигаться либо 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.

Уровень 3

Данные о деятельности, используемые при расчетах уровня 3, должны обеспечивать полный учет всех переходов землепользования в пастбища и быть детальными для учета различных условий в рамках страны. Детализация данных может проводиться в соответствии с административными границами (графства, провинции и т.д.), площадью биома, климатической зоной или по сочетанию этих параметров. Во многих случаях страны могут обладать информацией о многолетних тенденциях в переустройстве земель (благодаря периодическим кадастрам, основанным на выборках, или на данных дистанционного зондирования землепользования и земного покрова).

6.3.1.4 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:

Для выполнения оценок уровня 1 по выбросам и поглощениям, связанным с данной категорией, предоставлены рабочие формуляры (см. приложение 1 «Рабочие формуляры СХЛХДВЗ»). Для данного расчета уравнение 2.15 упрощается: На уровне 1 принято допущение, что ΔC_G и ΔC_L равны нулю. Следовательно, остается подсчитать единственное слагаемое $\Delta C_{CONVERSION}$, для чего используется уравнение 2.16. Для земель переустроенных в пастбища, уравнение 2.16 используется два раза: один раз для травянистой биомассы и один раз для древесной биомассы. Это связано с различным содержанием углерода в этих компонентах.

Уровень 1

Для уровня 1 необходимо просчитать только резкое изменение. Согласно упрощающему допущению все изменения запасов происходят в год переустройства. Следовательно, для переустройств, происшедших через более чем 1 год, но в течение переходного периода, результирующие изменения запасов углерода биомассы согласно допущению равны нулю.

Этап 1: Определить категории переустройств земель, которые должны использоваться 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 все изменения в запасах углерода биомассы происходят в течение первого года.

Этап 2: Определить категории деятельности, которые должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами (например: «переустройство вырубленного сезонного тропического леса в пастбище с экзотическими травами для выпаса скота»).

Этап 3: Для каждой категории деятельности определить травянистую и древесную биомассу (по отдельности) в расчете на гектар до переустройства. При отсутствии данных для подземной биомассы использовать отношения подземной биомассы к надземной биомассе для оценки подземной части биомассы. Значения по умолчанию могут быть найдены в главе, относящейся к другой категории землепользования.

Этап 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 6.4.

Этап 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.

Этап 6: Оценить результирующее 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.

Этап 7: 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, который указывается внизу последнего столбца таблицы.

Уровень 2

Этап 1: Определить категории переустройств земель, которые должны использоваться в данной 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 должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами (например: «переустройство вырубленного сезонного тропического леса в пастбище с экзотическими травами для выпаса скота»).
- 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 должны использоваться 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 (например: «переустройство вырубленного сезонного тропического леса в пастбище с экзотическими травами для выпаса скота»).
- 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 (см. уравнение 2.7 в главе 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 2.8 в главе 2):

- 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.

6.3.1.5 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. Дополнительную информацию можно найти в разделе о неопределенностях, относящихся к пастбищам, остающимся пастбищами (раздел 6.2.1.5).

6.3.2 Мертвое органическое вещество

В данном разделе представлены изменения запасов углерода в резервуаре мертвого органического вещества (МОВ) для категории земель, переустроенных в пастбища. Возделываемые земли, лесные площади, поселения и прочие категории землепользования могут быть потенциально переустроены в пастбища. Рассмотрены методы для двух типов резервуаров мертвого органического вещества: 1) валежная древесина и 2) подстилка. В главе 1 настоящего тома представлены подробные определения этих резервуаров. Особенности валежной древесины и подстилки описаны в разделе 6.2.2.

Для оценки изменений в запасах углерода в МОВ для земель, переустроенных в пастбища, требуется двухфазный подход, аналогичный описанному в разделе о биомассе (раздел 6.3.1). На первой фазе в МОВ часто происходит резкое изменение, связанное с изменением землепользования, в частности, когда изменение заранее спланировано и связано с операциями по подготовке земель (например, расчистка и сжигание). На второй фазе учитываются процессы разложения и накопления в течение переходного периода к новой устойчивой системе. В некоторый момент времени экосистема пастбищ должна достичь равновесия, и к этому времени она может рассматриваться как пастбища, остающиеся пастбищами, и учитывается под этой категорией. Следующий за переустройством 20-летний переходный период является периодом по умолчанию, однако страны могут определить подходящий переходный период по своему разумению.

Для учета переходного периода земли, переустроенные в пастбища, должны рассматриваться по группам с одинаковыми годами переустройства. Т.е. земли, переустроенные в заданный год, должны учитываться 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 могут не иметь резервуара валежной древесины или подстилки, и, таким образом, соответствующие резервуары до перехода можно принять равными нулю. Переустраиваемые в

пастбища лесные площади, агролес и водно-болотные угодья могут обладать значительными запасами углерода в указанных резервуарах, также как и лесные площади вокруг поселений, которые могли быть определены 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. Когда происходит такой тип переустройства, расчет всего переустройства может производиться как для фазы 2.

Переустройство земель в пастбища часто включает расчистку и выжигание. По мере расчистки земель МОВ может удаляться для использования в качестве топливной древесины или в других целях. Страны могут пытаться количественно охарактеризовать эти изъятия и подсчитать углерод в других секторах (например, в энергетике). Кроме того, сжигание оставшейся растительности не убирает полностью МОВ, и некоторая его часть преобразуется в древесный уголь. На более высоких уровнях страны могут пожелать учитывать этот перенос в резервуар длительного хранения.

6.3.2.1 ВЫБОР МЕТОДА

На рисунке 2.3 в главе 2 приводится схема принятия решений для содействия в выборе подходящего уровня для осуществления процедур оценки. 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) должен рассматриваться отдельно, однако для всех этих резервуаров используется один и тот же метод.

Уровень 1

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 (фаза 1) в валежной древесине и подстилке вследствие переустройства прочих земель в пастбища на уровне 1 оценивается с использованием уравнения 2.23, 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 странах, в которых это допущение не выполняется (например, широко практикуется подсечно-огневая система земледелия), предлагается использовать более высокие уровни при учете земель, переустроенных в пастбища. Кроме того, следует предположить, 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 требуется больше времени.

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 2.2 в главе 2). Странам следует наилучшим образом оценивать и использовать местные данные, полученные от исследовательских институтов лесного и сельского хозяйства, для обеспечения наилучших оценок валежной древесины и подстилки в исходной системе перед переустройством.

Уровень 2

Подходы уровня 2 требуют большей детализации данных, чем на уровне 1. Данные о деятельности должны сообщаться с разбиением по экологическим зонам и режимам управления.

В соответствии с объяснениями в разделе о биомассе (раздел 6.3.1) данные о непосредственных воздействиях деятельности по переустройству земель на пять резервуаров углерода могут быть сведены в «матрицу возмущений». Эта матрица описывает удержание, переносы и выбросы углерода для резервуаров исходной экосистемы, происходящие вслед за переустройством в пастбища. Матрица возмущений определяет долю запаса углерода, которая остается в данном резервуаре, и долю, которая переносится в другие резервуары. Возможно лишь небольшое число переходов, и они указаны в матрице возмущений в таблице 2.1 (глава 2). Использование матрицы возмущений 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 2.23. Резервуары, получающие или теряющие углерод в течение переходного периода, часто имеют нелинейную кривую потерь или накоплений, которая может быть представлена с помощью матриц

каскадного перехода. На уровне 2 может быть принята линейная функция изменений; подход уровня 3 на основе данных методов должен использовать действительные формы этих кривых. Для возможности оценки годового изменения в резервуарах углерода валежной древесины и подстилки указанные кривые должны быть применены к каждой группе, подвергающейся переходу в течение отчетного периода.

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

Метод поступлений-потерь (см. уравнение 2.18 в главе 2): Данный метод 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 2.19 в главе 2): Метод разности запасов 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. Данный метод оправдан для стран, имеющих периодические кадастры. Этот метод может не подходить для регионов с очень изменчивым климатом и, если не представляется возможным составление годовых кадастров, может давать ложные результаты.

Уровень 3

Для уровня 3 странам следует разработать свои собственные методологии и параметры для оценки изменений в МОВ. Эти методологии могут быть получены с использованием любого из двух вышеуказанных методов или могут быть основаны на других подходах. Используемый метод должен быть четко задокументирован. Для стран, принимающих методы уровня 3, может оказаться подходящим описанный выше метод разности запасов. Методы уровня 3 используются в случае, когда страна имеет конкретные для нее коэффициенты выбросов и достаточные национальные данные. Определенная конкретной страной методология может быть основана на подробных кадастрах постоянных выборочных участков для пастбищ и/или на моделях.

6.3.2.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ/ПОГЛОЩЕНИЙ

Доля углерода: 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. Соответствующие значения для подстилки на пастбищных угодьях варьируют от 0,30 до 0,50 тонн С / тонна с.в. В случаях, когда данные по конкретной стране или экосистеме недоступны, странам следует использовать значение доли углерода, равное 0,40 тонны С / тонну с.в.

Уровень 1

Для уровня 1 предполагается, что запасы углерода валежной древесины и подстилки на землях, переустроенных в пастбища, полностью теряются в течение преобразования, и что на пастбищах после преобразования отсутствует накопление нового МОВ. В тех странах, в которых происходят в значительных масштабах переустройства других экосистем в пастбища, предлагается собирать внутренние данные для количественной оценки этого влияния и готовить отчетность по методологиям уровня 2 или 3.

Уровень 2

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 по стране 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 местных коэффициентов разрастания, учитывая тип пастбищ, темп использования биомассы, практики заготовок и количество поврежденной растительности во время операций по заготовке. Значения по конкретной стране для режимов возмущений должны быть получены по результатам научных исследований.

Уровень 3

Оценки углерода МОВ, детализированные на национальном уровне, должны быть определены как часть национальной инвентаризации пастбищ, моделей национального уровня или на основе специальной программы по кадастрам парниковых газов с периодической выборкой в соответствии с принципами, изложенными в приложении 3А.3 главы 3. Данные инвентаризации можно совместить 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. Некоторые страны разработали 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 могут варьироваться в зависимости от типа древесины и климатических условий, а также процедур подготовки участка (например, управляемый сплошной пал или сжигание куч).

6.3.2.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для всех уровней требуются оценки земельных площадей, переустроенных в пастбища. Те же данные о площади следует использовать для расчетов биомассы и для оценок углерода мертвого органического вещества и почв. В случае необходимости, данные о площади, используемые в анализе почв, 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. Данные о площади должны быть получены с использованием методов, описанных в главе 3. Для обеспечения полноты и согласованного представления переустроенных за год земель следует проводить перекрестную проверку, с тем чтобы избежать возможных упущений или двойного учета. Данные следует разделить 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 быть включены; переходы, произошедшие раньше упомянутого переходного периода (20 лет по умолчанию), сообщаются в подразделе *пастбищ, остающихся пастбищами*. Для более высоких уровней требуется большая детализация, однако минимальные требования к кадастрам в соответствии с *Руководящими принципами МГЭИК* заключаются в том, что площади переустройства леса определяются отдельно. Это объясняется тем, что леса обычно имеют более высокую плотность углерода до переустройства. Указанное означает необходимость, по меньшей мере, частичного знания матрицы изменений землепользования, и, следовательно, при использовании подходов 1 и 2 главы 3 для оценки земельной площади могут потребоваться дополнительные обследования для определения площади земель, переустраиваемых из лесных площадей в пастбища. Как указывается в главе 3, там, где организуются обследования, часто более точные результаты дает непосредственное определение площадей, подвергающихся переустройству, чем их оценка по разности в общей площади земли, находящейся в конкретном пользовании в различные сроки.

В главе 3 представлены общие руководящие указания относительно подходов для получения и классификации площадей по различным классам землепользования. Для оценки выбросов и поглощений в отношении этих источников странам потребуются оценочные значения площадей для переустройств в пастбища, детализированных, как это требуется, с тем чтобы соответствовать имеющимся коэффициентам выбросов и другим параметрам.

6.3.2.4 ЭТАПЫ РАСЧЕТОВ ДЛЯ УРОВНЯ 1 И УРОВНЯ 2

На уровне 1 необходимо рассчитать только резкое изменение с использованием уравнения 2.23, 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, 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.

Уровень 1

Этап 1: Определить категории переустройств земель, которые должны использоваться 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. Следует отметить, что все пастбища старше 20 лет должны учитываться как *пастбища, остающиеся пастбищами*. Таким образом, площади пастбищ, которым 21 год, должны быть переведены в эту категорию.

Этап 2: Определить категории деятельности, которые должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами (например: «переустройство вырубленного сезонного тропического леса в пастбище с экзотическими травами для выпаса скота»).

Этап 3: Для каждой категории деятельности определить запас углерода в расчете на гектар для валежной древесины и подстилки (отдельно) до переустройства. Значения по умолчанию могут быть найдены (если таковые имеются) в главе, 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 должны использоваться в данной 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 должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативные площади. Категория деятельности состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земным покровом и управления пастбищами (например: «переустройство вырубленного сезонного тропического леса в пастбище с экзотическими травами для выпаса скота»).
- 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 должны использоваться в данной оценке, а также репрезентативные площади. Категория состоит из определений типа переустройства и, если это применимо, типа управления предыдущим земельным покровом и управления пастбищами (например: «переустройство вырубленного сезонного тропического леса в пастбище с экзотическими травами для выпаса скота»).
- 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 (см. уравнение 2.18 в главе 2)

- 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 2.19 в главе 2)

- 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.

6.3.2.5 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. Дополнительную информацию можно найти в разделе о неопределенностях, относящихся к пастбищам, остающимся пастбищами (раздел 6.2.2.5).

6.3.3 Почвенный углерод

Управление пастбищами, включая дренаж, приводит к выбросам из органической почвы независимо от предыдущего землепользования. Тем не менее, для земель, переустроенных в пастбища, ситуация с воздействием на минеральные почвы не столь ясна. В литературе по одному из основных видов переустройства в глобальном масштабе (из лесных площадей в пастбища в тропиках) представлены данные результирующих поступлений, а также результирующих потерь в углероде почв, и известно, что управление пастбищами после переустройства имеет критически важное значение (например Veldkamp, 2001).

Перед тем, как приступить к рассмотрению специальных руководящих принципов, касающихся запасов углерода пастбищ, необходимо ознакомиться с общей информацией и указаниями по оценке изменений

запасов почвенного углерода, которые приводятся в разделе 2.3.3 главы 2 (включая уравнения). Общее изменение в запасах почвенного углерода для земель, переустроенных в пастбища, оценивается с помощью уравнения 2.24, 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). В данном разделе представлены конкретные указания для оценки изменений запасов почвенного органического углерода. Общее обсуждение почвенного неорганического углерода приводится в разделе 2.3.3 (глава 2); никакая дополнительная информация здесь не приводится.

Для учета изменений в запасах почвенного углерода, связанных с землями, переустроенными в пастбища, страны должны располагать как минимум оценками площадей земель, переустроенных в пастбища на протяжении периода кадастра, стратифицированных по климатическим регионам и типам почв. При ограниченных данных о землепользовании и управлении в качестве исходной посылки могут использоваться обобщенные данные, как, например, статистика ФАО, наряду со знаниями экспертов страны о примерном распределении типов переустраиваемых землепользований и управлении этими землями. Если прежние землепользования и преобразования неизвестны, то изменения запасов SOC могут быть все же оценены с помощью методов, рекомендованных для пастбищ, остающихся пастбищами, но площадь земельной базы пастбищ в текущем году, по-видимому, изменится по сравнению с начальным годом кадастра. Тем не менее, важно, чтобы общая земельная площадь, учитываемая по всем секторам землепользования, была одинаковой на протяжении временного периода кадастра (например, если на протяжении временного периода кадастра 3 млн. га лесных площадей и возделываемых земель переустраиваются в пастбища, то в последний год кадастра к пастбищам добавится 3 млн. га, а возделываемые земли и лесные площади соответственно потеряют эти 3 млн. га в последнем году 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 может быть выполнено с помощью наложений соответствующих климатических и почвенных карт в сочетании с использованием подробных пространственных данных о местоположении переустройств земель.

6.3.3.1 ВЫБОР МЕТОДА

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. Возможно, что странами будут использованы различные уровни для подготовки оценок отдельных подкатегорий почвенного углерода (т.е. изменения запасов органического углерода в минеральных и органических почвах и изменения запасов, связанных с резервуарами неорганического углерода почв). Для того, чтобы помочь составителям кадастров в выборе подходящего уровня для инвентаризации почвенного углерода в главе 2 приводятся схемы принятия решений для минеральных почв (рисунок 2.4) и органических почв (рисунок 2.5).

Минеральные почвы

Уровень 1

При расчете воздействия переустройства землепользования в пастбища изменение запасов почвенного органического углерода для минеральных почв может быть оценено с помощью уравнения 2.25 (глава 2). Метод в целом аналогичен методу для пастбищ, остающихся пастбищами, за исключением того, что запасы углерода перед переустройством зависят от коэффициентов изменения запасов для предыдущего вида землепользования. Точнее, 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).

Уровень 2

При методе уровня 2 для минеральных почв также используется уравнение 2.25, однако привлекаются конкретные для страны или региона эталонные запасы углерода и/или коэффициенты изменения запасов углерода и более детализированные данные о деятельности по землепользованию и окружающей среде.

Уровень 3

Методы уровня 3 связаны с более детальными и конкретными по стране 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. По-возможности рекомендуется также, 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**Уровни 1 и 2**

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 2.26 (глава 2). Дополнительные указания по подходам уровней 1 и 2 приводятся в разделе о пастбищах, остающихся пастбищами (раздел 6.2.3.1).

Уровень 3

Как и в случае минеральных почв, подход уровня 3 связан с более подробными и конкретными по стране 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).

6.3.3.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАПАСОВ И ВЫБРОСОВ

Минеральные почвы**Уровень 1**

Для неуправляемых земель, а также для управляемых лесных площадей, поселений и номинально управляемых пастбищ с невысокими режимами возмущений, запасы углерода в почве 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 2.3 (глава 2). Коэффициенты изменений запаса по умолчанию приводятся в разделе «Выбор коэффициентов изменений запасов и выбросов» соответствующей главы по землепользованию (для лесных площадей см. раздел 4.2.3.2, для возделываемых земель - 5.2.3.2, для пастбищ - 6.2.3.2, для поселений - 8.2.3.2 и для прочих земель - 9.3.3.2).

Следует отметить, что *эффективная практика* заключается в использовании коэффициента управления (F_{LU}) для выведенных из оборота земель (таблица 5.5) 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 схожи с темпами для выведенных из оборота земель. Более того, коэффициенты уровня 1 для выведенных из оборота земель, были получены из опытных данных для детального представления ожидаемых поступлений на протяжении первых 20 лет. Если страны решают принять более быстрое увеличение запасов углерода, обеспечивающее повышение его уровня до естественного уровня в течение 20 лет, необходимо представить документальное обоснование.

Уровень 2

Оценка коэффициентов изменений запаса по конкретной стране является, возможно, наиболее важным 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 дальнейшего уточнения запасов углерода новой системы пастбищ используются коэффициент поступления (F_i) и коэффициент управления (F_{MG}). Дополнительные указания о том, как получить эти коэффициенты изменений запасов, приводятся в разделе 6.2.3.2 о *пастбищах, остающихся пастбищами*, а также в разделе 2.3.3.1 (глава 2). Для других секторов землепользования см. соответствующие разделы, где приводится конкретная информация о получении коэффициентов изменений запаса (для лесных площадей см. раздел 4.2.3.2, для возделываемых земель - 5.2.3.2, для поселений - 8.2.3.2 и для прочих земель - 9.3.3.2).

При подходе уровня 2 эталонные запасы углерода могут быть также получены на основании данных по конкретной стране. Тем не менее, 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 СХЛХДВЗ.

Уровень 3

Оценка постоянных коэффициентов темпов изменений запасов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления. См. дальнейшие обсуждения в разделе 2.3.3.1 (глава 2).

Органические почвы

Уровни 1 и 2

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 6.3, тогда как коэффициенты выбросов уровня 2 получают по данным для конкретной страны или конкретного региона.

Уровень 3

Оценка постоянных коэффициентов выбросов вместо переменных коэффициентов маловероятна, так как последние более точно описывают влияния землепользования и управления. См. дальнейшие обсуждения в разделе 2.3.3 (глава 2).

6.3.3.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Минеральные почвы

Уровни 1 и 2

В целях оценки изменения запасов почвенного углерода оцениваемая площадь для *земель, переустроенных в пастбища*, должна быть стратифицирована в соответствии с основными климатическими регионами и типами почв. Это может быть основано на наложении соответствующих климатических и почвенных карт и подробных пространственных данных о местоположении переустройств земель. Подробное описание схем классификации климата и почв по умолчанию приводится в главе 3. Конкретная по секторам информация, касающаяся представления данных о землепользовании / деятельности по управлению приводится в соответствующих разделах, посвященных каждой из категорий землепользования (для лесных площадей см. раздел 4.2.3.3, для возделываемых земель - 5.2.3.3, для пастбищ - 6.2.3.3, для поселений - 8.2.3.3 и для прочих земель - 9.3.3.3).

Важным моментом в оценке воздействия *земель, переустроенных в пастбища*, на запасы органического углерода в почве являются данные о типе землепользования и хозяйственной деятельности. Данные о деятельности, собранные с использованием подхода 2 или 3 (см. главу 3, где обсуждаются подходы), составляют основу для определения предыдущего землепользования для земель, классифицируемых в качестве *земель, переустроенных в пастбища*. В противоположность этому, 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 (как предложено в главе 3). Поэтому, предыдущее землепользование до переустройства в пастбища будет неизвестно. К счастью, это не проблематично при использовании метода уровня 1 или 2, так как расчеты не являются динамичными и предполагают ступенчатое изменение из одного равновесного состояния в другое. Таким образом, при обобщенных данных (подход 1) изменения в запасах почвенного органического углерода могут рассчитываться отдельно для каждой категории землепользования; затем эти результаты могут быть

сложены 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) (т.е. полная матрица изменений землепользований), однако оценка тенденций изменения запаса углерода будет считаться обоснованной только после объединения оценок запасов для всех землепользований (т.е. запасы будут увеличиваться или уменьшаться с изменениями земельной площади в пределах отдельных землепользований, но это может быть скомпенсировано поступлениями или потерями в других землепользованиях и, следовательно, не будет фактического изменения запаса в резервуаре почвы для страны). Таким образом, при обобщенных данных подхода 1 важно обеспечить 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 и какие-то – приобретены в связи с изменением землепользования.

Следует отметить, что при обобщенных данных о деятельности (подход 1) нельзя будет 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 может привести к переоценке поступления углерода за 20-летний период, особенно при использовании метода уровня 1 (дополнительная информация приводится в разделе «Выбор коэффициентов изменений запасов и выбросов»). Это предупреждение следует учесть в отчетной документации, и *эффективная практика* для будущих кадастров заключается в сборе дополнительной информации, необходимой для оценки площади пастбищ недавно переустроенных из возделываемых земель, особенно, если почвенный углерод является ключевым источником.

Уровень 3

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, но при этом точные требования будут зависеть от используемой модели или схемы измерений.

Органические почвы

Уровни 1 и 2

С *землями, переустроенными в пастбища* на органических почвах, в течение временного периода кадастра обращаются как с *пастбищами, остающимися пастбищами* на органических почвах; указания по данным о деятельности обсуждаются в разделе 6.2.3.3.

Уровень 3

Аналогично случаю с минеральными почвами для подходов уровня 3 чаще всего 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.

6.3.3.4 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 2.3 для каждой площади земли, охватываемой инвентаризацией. Эталонные запасы углерода являются одинаковыми для всех категорий землепользования во избежание расчета 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 рассматриваются в главе 5, пастбища – в главе 6, поселения – в главе 8 и прочие земли – в главе 9).

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.).

Ниже приведен числовой пример по переустройству возделываемых земель.

В данном примере для оценки изменений в запасах почвенного органического углерода, связанного с землями, переустроенными в пастбища, использованы уравнение 2.25 (глава 2), коэффициенты изменения запасов по умолчанию и эталонные запасы углерода.

Пример: Для тропической увлажненной вулканической почвы, которая находится в течение длительного времени занятой однолетними культурами с интенсивной обработкой, и где с полей убираются остатки растений, запасы углерода на начало периода (в данном примере 1990 г.) кадастра $SOC_{(0-T)}$ равны $70 \text{ тонн С/га} \bullet 0,48 \bullet 1 \bullet 0,92 = 30,9 \text{ тонн С/га}$. После переустройства в улучшенное (например, с внесением удобрения) пастбище запасы углерода в последний год кадастра (в данном примере 2010 г.) (SOC_0) составят $70 \text{ тонн С/га} \bullet 0,82 \bullet 1,17 \bullet 1 = 67,2 \text{ тонн С/га}$. Отсюда среднегодовое изменение в запасах углерода в почве для площади за период кадастра рассчитывается как $(67,2 \text{ тонн С/га} - 30,9 \text{ тонн С/га}) / 20 \text{ лет} = 1,5 \text{ тонн С/га} \times \text{год}$. Следует отметить, что для F_{LU} использовался коэффициент вывода из оборота (0,82), так как пастбища за 20 лет не получают полного пополнения естественных запасов углерода. На уровне 1 по истечении 20 лет будет использоваться значение коэффициента F_{LU} равное 1.

Органические почвы

Этапы расчетов такие же, как в вышеприведенном разделе 6.2.3.4.

6.3.3.5 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Анализ неопределенностей для земель, переустроенных в пастбища, в основном такой же как для пастбищ, остающихся пастбищами. Существуют три широких источника 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. Дополнительную информацию можно найти в разделе о неопределенностях, относящихся к пастбищам, остающимся пастбищами (раздел 6.2.3.5).

6.3.4 Выбросы иных, чем CO_2 , 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. Важнейшие из рассматриваемых в данном разделе выбросов парниковых газов происходят в результате переустройства лесных площадей в пастбища, но важные выбросы могут происходить также в результате переустройства возделываемых земель в пастбища. Переустройство в пастбища из других категорий землепользования (поселения, водно-болотные угодья и прочие земли) маловероятно.

В тропической зоне обычной практикой является повторное выжигание лесосечных отходов до тех пор, пока большая часть (или все) лесосечных отходов и МОВ не будут убраны и можно будет создать пастбище. Иногда бывает необходимо проводить до трех или четырех выжиганий. Часть надземной лесной биомассы, изъятая в процессе переустройства лесов в пастбища, может переноситься в заготовленные лесоматериалы, а некоторое количество может изыматься с места заготовки или сбора для использования в качестве топливной древесины (т.е. сжигание за пределами места заготовки или сбора). Все, что остается, обычно сжигается на месте.

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 страны должны ежегодно сообщать о соответствующих выбросах парниковых газов.

Для оценки иных, чем CO_2 , выбросов в результате сжигания биомассы на *землях, переустроенных в пастбища*, должен использоваться такой же по существу подход, как для *пастбищ, остающихся пастбищами*.

6.3.4.1 ВЫБОР МЕТОДА

В приведенной на рисунке 2.6 в главе 2 схеме принятия решений даются указания по выбору уровня, который должен применяться странами при сообщении в отчетности о выбросах парниковых газов из *земель, переустроенных в пастбища*.

Выбор метода непосредственно связан с доступностью национальных 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 (если это применимо), изымаемой для использования в качестве топлива и сжигаемой за пределами места заготовки или сбора, применяются данные по конкретной стране о массе имеющегося топлива.

В случаях, когда выбросы парниковых газов в результате сжигания биомассы на *землях, переустроенных в пастбища*, являются ключевой категорией, странам следует использовать метод уровня 2 или уровня 3 при подготовке отчетности.

6.3.4.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Уровень 1

Для оценки выбросов парниковых газов важное значение имеет масса доступного для горения топлива (количество M_B в уравнении 2.27). Данные по умолчанию, помогающие оценить выбросы при подходе уровня 1, приводятся в таблицах 2.4 – 2.6 главы 2. Страны должны сами решать насколько разнообразные типы их растительности соответствуют широким категориям растительности, описанным в таблицах по умолчанию. На уровне 1 следует предположить, 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).

Уровень 2

В методе уровня 2 должны использоваться оценки сжигания топлива по конкретной 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 должны оцениваться переносы биомассы в заготовленные лесоматериалы и топливную древесину (сжигаемую за пределами места заготовки или сбора) для получения более надежной оценки массы доступного топлива.

Уровень 3

При расчетах в рамках уровня 3 все параметры должны быть определены конкретной страной.

6.3.4.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Данные о деятельности, необходимые для оценки выбросов парниковых газов в результате сжигания биомассы, относятся к площади, затрагиваемой этой деятельностью. Странам следует 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.

Уровень 1

Страны, применяющие подход уровня 1, должны оценивать площади, переустроенные в пастбища из первичных землепользований (лесные площади, возделываемые земли и т.д.). Переустройства должны оцениваться 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 выборки 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.

Уровень 2

Странам следует, по-возможности, использовать оценки фактических площадей для всех возможных переустройств в пастбища. Данные мультитременного дистанционного зондирования достаточного разрешения должны обеспечивать более лучшие оценки переустройства землепользования по сравнению с подходами, введенными на уровне 1. Анализ может основываться на полном охвате территории или на отобранных репрезентативных выборках, по данным которых могут быть получены оценки площади, переустроенной в пастбища, по всей территории.

Уровень 3

Данные о деятельности на уровне 3 должны основываться на методе подхода 3, представленного в главе 3, где оценивается суммарная годовая площадь, переустроенная в пастбища (из лесных площадей, возделываемых земель или прочих категорий землепользования). Данные должны детализироваться в соответствии с типом биомы, климата и политическими границами или по сочетанию этих параметров.

6.3.4.4 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Уровень 1

При данном методе 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.

Уровень 2

Использование оценок площади 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.

Уровень 3

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.

6.4 ПОЛНОТА, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, ОК/КК И ПОДГОТОВКА ОТЧЕТНОСТИ

6.4.1 Полнота

Уровень 1

Полный кадастр пастбищ для уровня 1 включает три элемента: 1) изменения запасов углерода и иные, чем CO_2 , выбросы (CH_4 , CO , N_2O , NO_x) в результате сжигания биомассы оценены для всех земель, переустроенных в пастбища, и пастбищ, остающихся пастбищами на протяжении периода кадастра, 2) в анализе запасов рассмотрены влияния всех практик управления, описанных в методах уровня 1, и 3) в анализе учтены климатические и почвенные вариации, влияющие на выбросы и поглощения (как описано для уровня 1).

Для последних двух элементов требуется определение систем управления для площадей пастбищ и стратификация по климатическим регионам и типам почвы. *Эффективная практика* заключается в том, чтобы страны использовали одни и те же классификации площадей для резервуаров биомассы и почв в дополнение к сжиганию биомассы (в той степени, в какой классификации необходимы для этих категорий источников). Это обеспечит согласованность и прозрачность, позволит эффективно использовать съемки и другие средства сбора данных и установить четкую связь между изменениями в запасах углерода в резервуарах биомассы и почвы, а также иными, чем CO_2 , выбросами в результате сжигания биомассы.

Для оценок биомассы и запаса почвенного углерода кадастр пастбищ должен рассматривать влияние изменения землепользования (земли, переустроенные в пастбища) и управления. Тем не менее, в некоторых случаях данные о деятельности или знания экспертов могут оказаться недостаточными для оценки влияний практик управления, таких как степень и тип управления лесопастбищными системами, управления внесением удобрений, ирригации, интенсивности выпаса и т.д. В этих случаях страны могут продолжать работу над кадастром, рассматривая только землепользование, но результаты будут неполными и учет практики управления должен быть четко указан в отчетной документации в целях обеспечения прозрачности. При наличии неучтенных моментов *эффективная практика* заключается в сборе дополнительных данных о деятельности по управлению для будущих кадастров, в особенности, если биомасса или почвенный углерод являются ключевой категорией источников.

Изменения запасов углерода могут не рассчитываться для некоторых площадей пастбищ, если выбросы и поглощения парниковых газов считаются незначительными или постоянными в течение времени, такие как пастбища под недревесными культурами, на которых не происходят изменения в управлении или землепользовании. В этом случае *эффективная практика* для стран состоит в документировании и в разъяснении причины неучета.

В случае сжигания биомассы иные, чем CO_2 , парниковые газы должны указываться в отчетности для всех управляемых палов и стихийных пожаров на управляемых пастбищах. Сюда входит переустройство лесных земель в пастбища, при котором количество доступного для сжигания топлива обычно более значительное, чем в других категориях землепользования; в эти оценки должны включаться выбросы от сжигания МОВ и расчищаемой древесной биомассы. Выжигание саванн также является большим источником иных, чем CO_2 , выбросов в результате сжигания биомассы. Если на протяжении отчетного периода кадастра вслед за стихийным пожаром на неуправляемых землях следует переход к управляемым землям, то сжигание биомассы должно указываться в отчетности.

Оценка фактически выжженной площади имеет критически важное значение для достоверного расчета выбросов иных, чем CO_2 , парниковых газов. Оценка выжженной площади на основе дистанционного зондирования должна тщательно проверяться сравнением с данными наземных съемок, чтобы обеспечить точность этой оценки. Усредненные по региону статистические данные представляются весьма ненадежными для использования в оценках выжженной площади для конкретной страны.

На пастбищах, где противопожарные мероприятия изменяют соотношение между травянистой и древесной растительностью, возможно, что выбросы CO_2 в результате пожара не будут скомпенсированы в течение короткого срока повторной фиксацией эквивалентного количества углерода в биомассе. В таких случаях итоговый выброс CO_2 в результате сжигания также должен указываться в отчетности.

Уровень 2

Полный кадастр уровня 2 имеет схожие с кадастром уровня 1 элементы, но включает данные по конкретной стране для оценки коэффициентов изменения запасов углерода, эталонных запасов почвенного углерода, плотности биомассы (запас топлива) и коэффициентов сгорания и выбросов для

сжигания биомассы; для разработки описаний климата и категорий почв и для совершенствования классификаций систем управления. Более того, *эффективная практика* для кадастра уровня 2 заключается во включении данных по конкретной стране для каждого компонента. Тем не менее, кадастры все же считаются полными, если они сочетают данные о конкретной стране с уровнем 1 по умолчанию.

Уровень 3

В дополнение к соображениям для уровней 1 и 2 полнота кадастров уровня 3 зависит от компонентов системы оценки по конкретной стране. На практике кадастры уровня 3 более полно учитывают выбросы и поглощения для пастбищ, благодаря использованию более подробных данных по климату, почвам, сжиганию биомассы и системам управления. *Эффективная практика* для составителей кадастров заключается в описании и документировании элементов системы по конкретной стране, показывающих полноту подхода и источников данных. При обнаружении пробелов *эффективная практика* заключается в сборе дополнительных данных и дальнейшем развитии системы по конкретной стране.

6.4.2 Формирование согласованного временного ряда

Уровень 1

Согласованные временные ряды важны для оценки тенденций в выбросах и поглощениях. Для обеспечения согласованности составители должны применять одни и те же классификации и коэффициенты на всем протяжении периода кадастра, включая классификации по климату, типам почв и системе управления, а также коэффициенты изменений запасов углерода, эталонные запасы почвенного углерода, оценки плотности биомассы (запаса топлива), коэффициенты сгорания и коэффициенты иных, чем CO₂, выбросов. Для всех этих компонентов применяются значения по умолчанию, и, таким образом, согласованность не должна быть проблемой. Кроме того, земельная база должна также быть согласованной во времени, исключая *земли, переустроенные в пастбища*, или пастбища, переустроенные в другие землепользования.

На протяжении всего отчетного периода страны должны по возможности использовать согласованные источники данных о деятельности по землепользованию, управлению и сжиганию биомассы. Для обеспечения согласованного подхода на всем протяжении периода кадастра должен поддерживаться выборочный подход, если таковой используется. В случае создания подкатегорий страны должны вести прозрачные записи о том, как они определяются, и применять их согласованно по всему кадастру.

В некоторых случаях источники данных о деятельности, определения или методы могут изменяться со временем с получением новой информации. Составители кадастров должны определять влияние изменения данных или методов на тенденции, и, если эти влияния полагаются существенными, то необходимо пересчитать выбросы и поглощения для временного ряда, пользуясь приведенными в главе 5 тома 1 методами.

Для изменений запасов углерода одним из ключевых элементов в получении согласованного временного ряда является обеспечение согласованности между запасами углерода для *земель, переустроенных в пастбища*, которые оценивались в предыдущие отчетные периоды, и состоянием этих запасов, указанных в отчетности для этих земель, которые остаются пастбищами в текущий отчетный период. Например, если в предыдущий отчетный период в резервуар мертвого органического вещества были перенесены 10 тонн наземной биомассы на *лесных площадях, переустроенных в пастбища*, то отчетность в текущем периоде должна предполагать, что для этих земель начальные запасы углерода в мертвом органическом веществе равны 10 тоннам.

Уровень 2

Помимо вопросов, обсуждавшихся на уровне 1, существуют дополнительные соображения, связанные с применением информации по конкретной стране. В частности, *эффективная практика* заключается в применении по всему кадастру новых значений коэффициентов или классификаций, полученных на основе информации по конкретной стране, и в пересчете временного ряда. В противном случае положительные или отрицательные тенденции в запасах углерода или в выбросах от сжигания биомассы могут быть частично обусловлены изменениями, связанными с методами кадастра в некоторый момент временного ряда, и не представлять реальных тенденций.

Может оказаться, что новая информация по конкретной стране недоступна для всего временного ряда. В этих случаях *эффективная практика* заключается в демонстрации влияния изменений в уровнях деятельности в зависимости от обновленных данных или методов по стране; указания по перерасчету в этой связи представлены в главе 5 тома 1.

Уровень 3

Аналогично уровням 1 и 2 *эффективная практика* заключается в применении системы оценки по конкретной стране по всему временному ряду. Учреждения, составляющие кадастры, должны использовать такие же протоколы измерений (стратегия выборки, метод и т.д.) и/или основанные на моделях системы по всему периоду кадастра.

6.4.3 Обеспечение качества и контроль качества**Уровень 1**

Эффективная практика заключается во внедрении систем обеспечения качества / контроля качества с внутренним и внешним рецензированием данных кадастра пастбищ. Внутренний обзор должен проводиться учреждением, отвечающим за составление кадастра, тогда как внешние обзоры проводятся другими учреждениями, экспертами или группами, которые не участвуют напрямую в составлении кадастра.

Внутренний обзор должен быть сфокусирован на процессе внедрения кадастра, чтобы обеспечивалось следующее: 1) данные о деятельности надлежащим образом стратифицированы по климатическим регионам и типам почвы; 2) классификации / описания управления надлежащим образом применены; 3) данные о деятельности надлежащим образом внесены в рабочие формуляры или вычислительные программы для кадастра; и 4) коэффициенты изменений запасов углерода, эталонные запасы почвенного углерода, плотности биомассы (запас топлива) и коэффициенты сгорания и выбросов при сжигании биомассы надлежащим образом определены. Меры по обеспечению качества / контролю качества могут включать в себя визуальную проверку, а также встроенные программные функции для проверки ввода данных и результатов. Сводные данные также могут быть полезны, например, суммирование площадей по стратам в рабочих формулярах для определения согласованности с данными по землепользованию. Суммарные площади должны оставаться постоянными на протяжении периода кадастра, а площади страт должны варьировать только по классификации землепользования или управления (площади климатических зон и с определенным типом почвы должны оставаться постоянными).

Внешние обзоры должны рассматривать обоснованность принятого в кадастре подхода, тщательность в составлении документации кадастра, объяснения методов и общую прозрачность. Важно оценить реалистичность общей площади управляемых пастбищ, учитывая общую площадь пастбищ на территории. Необходимы также перекрестные проверки оценок площадей по всем категориям землепользования (т.е. лесные площади, возделываемые земли, пастбища и т.д.). В конечном счете сумма всей земельной базы для страны, включая все сектора, должна оставаться одной и той же каждый год в течение периода кадастра.

Особое внимание должно уделяться оценкам годовой площади выжигания по конкретной стране. При оценке площади выжигания на основании глобальных баз данных важно проверять правильность информации с помощью данных полевых измерений или данных дистанционного зондирования высокого разрешения.

Уровень 2

В дополнение к мерам по обеспечению качества / контролю качества на уровне 1 учреждение, составляющее кадастры, должно проверить данные по стране, касающиеся классификаций по климатическим регионам, типам почв, системам управления, а также коэффициентов изменений запасов углерода, эталонных запасов углерода в почве, плотностей биомассы (запаса топлива), коэффициентов сгорания и/или коэффициентов иных, чем CO₂, выбросов для сжигания биомассы. В случае использования коэффициентов, основанных на непосредственных измерениях, учреждение, составляющее кадастр, и эксперты, осуществляющие внешнее рецензирование, должны провести обзор измерений с тем, чтобы быть уверенным, что они являются репрезентативными для реального диапазона экологических условий и условий хозяйствования и были разработаны в соответствии с признанными стандартами (IAEA, 1992). *Эффективная практика* заключается (при возможности) в сравнении коэффициентов по конкретной стране с коэффициентами изменений запасов, сгорания и выбросов уровня 2, используемыми другими странами со сравнимыми условиями, в дополнение к значениям по умолчанию МГЭИК.

Учитывая сложность тенденций в отношении выбросов и поглощений, необходимо привлекать специалистов в данной области к составлению внешних обзоров для проверки коэффициентов и/или классификаций по конкретной стране.

Уровень 3

Предполагается, что для систем кадастров по конкретным странам требуются дополнительные меры по обеспечению качества / контролю качества помимо указанных для уровней 1 и 2, но это зависит от

систем, которые разрабатываются. *Эффективная практика* заключается в разработке протокола обеспечения качества / контроля качества для передовых систем кадастра по конкретным странам, в архивировании отчетов и во включении сводки результатов в отчетную документацию.

6.4.4 Отчетность и документация

Уровень 1

В общем случае *эффективная практика* заключается в документировании и архивации всей информации, требуемой для получения оценочных значений при составлении национального кадастра. На уровне 1 составители кадастров должны документировать тенденции и неопределенности данных о деятельности для пастбищ. Ключевые виды деятельности включают изменение землепользования, использование практики ведения лесопастбищных хозяйств, интенсивность выпаса, применение органических или минеральных удобрений, практики ирригации, известкование, посевы бобовых в междурядьях или использование более продуктивных видов растений и сжигание биомассы (стихийные пожары и управляемые палы).

Эффективная практика заключается в архивировании реальных баз данных, таких как данные переписей, отчеты о выжиганиях, статистические данные по пастбищам и процедуры, используемые для обработки данных (например, статистические программы); определений, используемых для категоризации или обобщения данных о деятельности; и процедур, используемых для стратификации данных о деятельности по типам климата и почв. Рабочие формуляры или программное обеспечение кадастров должны быть заархивированы с файлами ввода/вывода, которые создавались для получения результатов.

В случаях, когда данные о деятельности недоступны напрямую из баз данных или скомбинированы наборы многокомпонентных данных, необходимо описать информацию, допущения и процедуры, которые использовались для получения данных о деятельности. Эта документация должна включать частоту сбора и оценки данных, а также неопределенности. Использование экспертных знаний должно быть задокументировано, а корреспонденция заархивирована.

Эффективная практика заключается в документировании и объяснении тенденций в отношении запасов биомассы и почвенного углерода, а также выбросов от сжигания биомассы в терминах видов деятельности в области землепользования и управления. Изменения в запасах биомассы должны быть напрямую связаны с землепользованием, с изменениями в практике ведения лесопастбищных хозяйств, с вторжением древесной растительности, тогда как тенденции в запасах почвенного углерода могут быть связаны с землепользованием или изменениями в ключевых видах деятельности по управлению, как описано выше. Выбросы от сжигания биомассы зависят от степени и частоты управляемых палов и стихийных пожаров. Следует дать объяснение значительным колебаниям в выбросах между годами.

Страны должны предоставлять документацию о полноте своих кадастров; о проблемах, связанных с согласованностью временного ряда или их отсутствии; резюме о мерах по обеспечению качества / контролю качества и результатах.

Уровень 2

В дополнение к соображениям по уровню 1 составители кадастров должны задокументировать исходную основу для выбора по конкретной стране коэффициентов изменений запаса углерода, эталонных запасов почвенного углерода, оценок плотности биомассы (запас топлива), коэффициентов сгорания и выбросов для сжигания биомассы, классификаций систем управления, климатических регионов и/или типов почв. Более того, *эффективная практика* заключается в архивации метаданных и источников данных в отношении информации, использованной для оценки значений по конкретной стране.

Отчетная документация должна включать новые коэффициенты (т.е. средние значения и неопределенности), и *эффективная практика* заключается во включении в отчет по кадастру обсуждения о различиях между коэффициентами по конкретной стране и значениями по умолчанию уровня 1, а также коэффициентами уровня 2 от регионов со схожими с отчетной страной условиями. Если для разных годов используются разные коэффициенты выбросов, параметры и методы, то следует объяснить и задокументировать причины для таких изменений. Кроме того, учреждения, составляющие кадастры, должны описать классификации управления, климата и/или типов почвы по конкретной стране и рекомендуется задокументировать улучшения в оценках кадастров, основанные на новых классификациях. Например, по состоянию пастбища могут быть подразделены на дополнительные категории помимо классов уровня 1 (т.е. номинально управляемые, улучшенные, деградированные и сильно деградированные); при этом дальнейшее подразделение обычно только улучшает оценки кадастра, если изменения запасов или коэффициенты выбросов существенно различаются среди новых категорий.

При обсуждении тенденций в выбросах и поглощениях необходимо делать различие между изменениями в уровнях деятельности и изменениями в методах от года к году, а также задокументировать причины для таких изменений.

Уровень 3

Для кадастра уровня 3 требуется схожая документация о тенденциях для данных о деятельности и выбросов/поглощений, как и на более низких уровнях, но должна быть включена дополнительная документация, объясняющая основы и рамки системы оценки по конкретной стране. В случае кадастров, основанных на измерениях, *эффективная практика* заключается в документировании модели выборки, лабораторных процедур и методов анализа данных. Данные измерений должны быть заархивированы наряду с результатами анализа данных. Для использующих модели подходов уровня 3 *эффективная практика* заключается в документировании версий модели и предоставлении описаний модели, а также в постоянном архивировании копий всех файлов входных данных модели, а также копии кода источников и исполняемых программ.

Приложение 6А.1 Оценка коэффициентов изменений запасов по умолчанию для выбросов/поглощений углерода применительно к минеральным почвам на пастбищах

В таблице 6.2 представлены коэффициенты изменения запасов почвенного углерода по умолчанию, которые были рассчитаны на основе глобальных комплектов данных экспериментальных исследований для трех главных типов состояний пастбищ: деградированные, номинально управляемые и улучшенные пастбища. Был включен дополнительный коэффициент поступления для применения с улучшенными пастбищами. Рассматриваемые в данном докладе улучшения управления ограничивались внесением удобрений (органических или неорганических), посевами бобовых или большего количества разнообразных трав и ирригацией. Пастбища с чрезмерным стравливанием и недостаточно управляемые (т.е. без применения каких-либо улучшений в управлении) тропические пастбища классифицировались как деградированные пастбища. Естественные или введенные пастбища без улучшений были сгруппированы в классификацию номинальных пастбищ. Пастбища с каким-либо одним типом улучшения управления классифицировались как улучшенные пастбища со средними темпами поступления углерода. Для управляемых пастбищ, в которых осуществлялись неоднократные улучшения по управлению, темпы поступления углерода считались высокими.

Экспериментальные данные (соответствующие работы указаны в ссылках) были проанализированы в линейных моделях со смешанными воздействиями, учитывающими как фиксированные, так и случайные воздействия. Фиксированные воздействия включали глубину, количество лет со времени изменения управления и тип изменения управления (например, поверхностная обработка по сравнению с отсутствием обработки). В отношении глубины мы не объединяли данные, но включали запасы углерода, измеренные для каждого диапазона увеличения глубины (например, 0-5 см, 5-10 см и 10-30 см), в качестве отдельной точки в комплекте данных. Аналогичным образом мы не объединяли собранные данные в различных точках по времени из одного и того же исследования. Соответственно, случайные воздействия использовались для учета зависимости во временных рядах данных и между точками данных, представляющими различные глубины из одного и того же исследования. Для оценки дополнительной неопределенности, связанной с применением глобального значения по умолчанию к конкретной стране (дополнительная неопределенность включается в неопределенность по умолчанию), использовалось случайное воздействие национального уровня, если эта неопределенность существенна. Проведена оценка коэффициентов для воздействия практики управления на протяжении 20 лет для верхнего слоя почвы в 30 см. Для каждого из значений коэффициентов была рассчитана дисперсия, которая может использоваться с помощью простых методов распространения ошибок для построения функций распределения вероятностей с нормальной плотностью.

Ссылки

- Anderson, D.J., Perry, R.A. and Leigh, J.H. (1972). Some perspectives on shrub/environment interactions. In: McKell C.M., Blaisdell J.P., Goodon J.R. (eds), *Wildland Shrubs – Their Biology and Utilization*. USDA Forest Service, General Tech. Report INT-1.
- Armentano, T.V. and Menges, E.S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. *Journal of Ecology* **74**: 755-774.
- Conant, R.T. and Paustian, K. (2002). Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochemical Cycles* **16**: pp. 90_1-90_9.
- Conant, R.T., Paustian, K., and Elliott, E.T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: Effects on soil carbon. *Ecological Application* **11**: 343-355.
- Falloon, P. and Smith, P. (2003). Accounting for changes in soil carbon under the Kyoto Protocol: need for improved long-term data sets to reduce uncertainty in model projections. *Soil Use and Management* **19**:265-269.
- Follett, R. F., Kimble, J.M. and Lal, R. (2001). The potential of U.S. grazing lands to sequester soil carbon. Pages 401-430 in R. F. Follett, J.M. Kimble, and R. Lal, editor. *The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. Callander B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.
- Kauffman, B., Cummings, D.L. and Ward, D.E. (1998). Fire in the Brazilian Amazon. 2. Biomass, nutrient pools and losses in cattle pastures. *Oecologia*, **113** pp 415-427.
- McGill, W. B. (1996). Review and classification of ten soil organic matter models. In: Powlson D.S., Smith P., and Smith J.U. (eds.). *Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets*. Springer-Verlag, Heidelberg: pp. 111-132.
- McKeon, G.M., Hall, W.B., Henry, B.K., Stone, G.S. and Watson, I.W. (2004). Pasture Degradation and Recovery in Australia's Rangelands: Learning from History. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy. pp. 256.
- Monte, L, Hakanson, L., Bergstrom, U., Brittain, J., and Heling, R. (1996). Uncertainty analysis and validation of environmental models: the empirically based uncertainty analysis. *Ecological Modelling* **91**:139-152.
- Naeth, M.A., Bailey, A.W., Pluth, D.J., Chanasyk, D.S., and Hardin, R.T. (1991). Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. *Journal of Range Management* **44** pp 7-12.
- Nusser, S.M. and Goebel, J.J. (1997). The National Resources Inventory: a long-term multi-resource monitoring programme. *Environmental and Ecological Statistics* **4**:181-204.
- Ogle, S.M., Breidt, F.J., Eve, M.D. and Paustian, K. (2003). Uncertainty in estimating land-use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agricultural lands between 1982 and 1997. *Global Change Biology* **9**:1521-1542.
- Ogle, S.M., Breidt, F.J. and Paustian, K. (2006). Bias and variance in model results associated with spatial scaling of measurements for parameterization in regional assessments. *Global Change Biology* **12**:516-523.
- Ogle, S.M., Conant, R.T. and Paustian, K. (2004). Deriving grassland management factors for a carbon accounting approach developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Environmental Management*. **33**:474-484.
- Ojima, D.S., Parton, W.J., Schimel, D.S., Scurlock, J.M.O. and Kittel, T.G.F. (1993). Modeling the effects of climatic and CO₂ changes on grassland storage of soil C. *Water, Air, and Soil Pollution* **70**: pp. 643-657.
- Powers, J. S., Read, J. M., Denslow, J. S. and Guzman, S. M. (2004). Estimating soil carbon fluxes following land-cover change: a test of some critical assumptions for a region in Costa Rica. *Global Change Biology* **10**:170-181.

- Smith, J.E. and Heath, L.S. (2001). Identifying influences on model uncertainty: an application using a forest carbon budget model. *Environmental Management* **27**:253-267.
- Smith, P., Powlson, D.S., Smith, J.U. and Elliott, E.T. (eds) (1997). Evaluation and comparison of soil organic matter models. Special Issue, *Geoderma* **81**:1-225.
- Vanden Bygaart, A.J., Gregorich, E.G., Angers, D.A., et al. (2004). Uncertainty analysis of soil organic carbon stock change in Canadian cropland from 1991 to 2001. *Global Change Biology* **10**:983-994.
- Veldkamp, E. (2001). Changes in soil carbon stocks following conversion of forest to pasture in the tropics. In: Holland E.A. (ed.): Notes from Underground: Soil Processes and Global Change. NATO ASI Series Berlin: Springer.
- ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАПАСАХ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ (ССЫЛКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ДЛЯ АНАЛИЗА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПО УМОЛЧАНИЮ ДЛЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПОЧВЫ В ПРИЛОЖЕНИИ 6А.1)**
- Abril, A. and Bucher, E.H. (1999). The effects of overgrazing on soil microbial community and fertility in the Chaco dry savannas of Argentina. *Applied Soil Ecology* **12**:159-167.
- Aina, P.O. (1979). Soil changes resulting from long-term management practices in Western Nigeria. *Soil Science Society of America Journal* **43**:173-177.
- Arnold, P.W., Hunter, F. and Gonzalez Fernandez, P. (1976). Long-term grassland experiments at Cockle Park. *Annales Agronomiques* **27**:1027-1042.
- Banerjee, M.R., Burton, D.L., McCaughey, W.P. and Grant, C.A. (2000). Influence of pasture management on soil biological quality. *Journal of Range Management* **53**:127-133.
- Bardgett, R.D., Frankland, J.C. and Whittaker, J.B. (1993). The effects of agricultural practices on the soil biota of some upland grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **45**:25-45.
- Barrow, N.J. (1969). The accumulation of soil organic matter under pasture and its effect on soil properties. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* **9**:437-445.
- Biondini, M.E., Patton, B.D. and Nyren, P.E. (1998). Grazing intensity and ecosystem processes in a northern mixed-grass prairie, USA. *Ecological Applications* **8**:469-479.
- Cantarutti, R.B., Brage, J.M., Boddey, R.M. and Resende, S.d.P. (1995). Caracterizacao do status de nitrogenio em solosob pastagm de Brachiaria humidicola pura e consorciada com Desmodium ovalifolium cv. Itabela. Pages 733-735 in Proceedings of the XXV Congresso Brasileiro do Ciencia do Solo, Micosá, MG, Brazil.
- Carr, S.C.M., and Turner, J.S. (1959). The ecology of the Bogong high plains II. Fencing experiments in grassland C. *Australian Journal of Botany* **7**:34-83.
- Carter, M.R., Angers, D.A. and Kunelius, H.T. (1994). Soil structural for and stability, and organic matter under cool-season perennial grasses. *Soil Science Society of America Journal* **58**:1194-1199.
- Cerri, C.C., Volkoff, B. and Andreaux, F. (1991). Nature and behavior of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. *Forest Ecology and Management* **38**:247-257.
- Chone, T., Andreuz, F., Correa, J.C., Volkhoff, B. and Cerri, C.C. (1991). Changes in organic matter in an Oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture determined by ¹³C isotopic composition. Pages 397-405 in J. Berthelin, editor. Diversity of Environmental Biogeochemistry. Elsevier, Amsterdam.
- Chuluun, T., Tieszen, L.L. and Ojima, D. (1999). Land use impact on C4 plant cover of temperate east Asian grasslands. Pages 103-109 in K. Otsubo, editor. NIES Workshop on Information Bases and Modeling for Land-use and Land-cover Changes Studies in East Asia. Center for Global Environmental Research.
- Desjardins, T., Andreuz, F., Volkoff, B. and Cerri, C.C. (1994). Organic carbon and ¹³C content in soils and soil size-fractions, and their changes due to deforestation and pasture installation in eastern Amazonia. *Geoderma* **61**:103-118.
- Eden, M.J., McGregor, D.F.M. and Viera, N.A.Q. (1990). Pasture development on cleared forest land in northern Amazonia. *The Geographical Journal* **156**:283-296.
- Escobar, C.J. and Toriatti Dematte, J.L. (1991). Distribution of organic matter and natural carbon-13 in an Ultisol in the Amazon piedmont. *Pasturas Tropicales* **13**:27-30.

- Feigl, B.J., Melillo, J. and Cerri, C.C. (1995). Changes in the origin and quality of soil organic matter after pasture introduction in Rondonia (Brazil). *Plant and Soil* **175**:21-29.
- Fisher, M.J., Tao, I.M., Ayarza, M.A., Lascano, C.E., Sanz, J.I., Thomas, R.J. and Vera, R.R. (1994). Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature* **371**:236-238.
- Frank, A.B., Tanaka, D.L., Hofmann, L. and Follett, R.F. (1995). Soil carbon and nitrogen of Northern Great Plains grasslands as influenced by long-term grazing. *Journal of Range Management* **48**:470-474.
- Franzluebbers, A.J., Stuedmann, J.A., Schomberg, H.H. and Wilkinson, S.R. (2000). Soil organic C and N pools under long-term pasture management in the Southern Piedmont USA. *Soil Biology and Biochemistry* **32**:469-478.
- Franzluebbers, A.J., Nazih, N., Stuedmann, J.A., Fuhrmann, J.J., Schomberg, H.H. and Hartel, P.G. (1999). Soil carbon and nitrogen pools under low- and high-endophyte-infected tall fescue. *Soil Science Society of America Journal* **63**:1687-1694.
- Garcia-Oliva, F., Casar, I., Morales, P. and Maass, J.M. (1994). Forest-to-pasture conversion influences on soil organic carbon dynamics in a tropical deciduous forest. *Oecologia* **99**:392-396.
- Goh, K.M., Stout, J.D. and Rafter, T.A. (1977). Radiocarbon enrichment of soil organic matter fractions in New Zealand soils. *Soil Science* **123**:385-391.
- Jackman, R.H. (1964). Accumulation of organic matter in some New Zealand soils under permanent pasture I. Patterns of change of organic carbon, nitrogen, sulphur, and phosphorous. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **7**:445-471.
- Kohn, G.D., Osborne, G.J., Batten, G.D., Smith, A.N. and Lill, W.J. (1977). The effect of topdressed superphosphate on changes in Nitrogen : Carbon : Sulphur : Phosphorous and pH on a red earth soil during a long term grazing experiment. *Australian Journal of Soil Research* **15**:147-158.
- Koutika, L.S., Bartoli, F., Andreux, F., Cerri, C.C., Burtin, G., Chone, T. and Philipppy, R. (1997). Organic matter dynamics and aggregation in soils under rain forest and pastures of increasing age in the eastern Amazon Basin. *Geoderma*, **76**, 87-112.
- Loiseau, P. and Grignani, C. (1991). Status of organic nitrogen and fate of mineral nitrogen in mid-mountain pastures. *Agronomie* **11**:143-150.
- Lovell, R.D., Jarvis, S.C. and Bardgett, R.D. (1995). Soil microbial biomass and activity in long-term grassland: effects of management changes. *Soil Biology and Biochemistry* **27**:969-975.
- Lytton Hitchins, J.A., Koppi, A.J. and McBratney, A.B. (1994). The soil condition of adjacent bio-dynamic and conventionally managed dairy pasture in Victoria, Australia. *Soil Use and Management* **10**:79-87.
- Malhi, S.S., Harapiak, J.T., Nyborg, M., Gill, K.S. and Flore, N.A. (2002). Autumn and spring applications of ammonium nitrate and urea to brome grass influence total and light fraction organic C and N in a thin Black Chernozem. *Canadian Journal of Soil Science* **82**:211-217.
- Malhi, S.S., Nyborg, M., Harapiak, J.T., Heier, K. and Flore, N.A. (1997). Increasing organic C and N in soil under brome grass with long-term N fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **49**:255-260.
- Manley, J.T., Schuman, G.E., Reeder, J.D. and Hart, R.H. (1995). Rangeland soil carbon and nitrogen responses to grazing. *Journal of Soil and Water Conservation* **50**:294-298.
- Moulin, A.P., McCartney, D.H., Bittman, S. and Nuttall, W.F. (1997). Long-term effects of fertilizer on soil carbon in a pasture soil.
- Naeth, M.A., Bailey, A.W., Pluth, D.J., Chanasyk, D.S. and Hardin, R.T. (1991). Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. *Journal of Range Management* **44**:7-12.
- Neill, C., Melillo, J.M., Steudler, P.A., Cerri, C.C., Moraes, J.F.L.d., Piccolo, M.C. and Brito, M. (1997). Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the Southwestern Brazilian Amazon. *Ecological Applications* **7**:1216-1225.
- Nyborg, M., Malhi, S.S., Solberg, E.D. and Izaurralde, R.C. (1999). Carbon storage and light fraction C in a grassland dark gray chernozem soil as influenced by N and S fertilization. *Canadian Journal of Soil Science* **79**:317-320.
- Oberson, A., Friesen, D.K., Tiessen, H., Morel, C. and Stahel, W. (1999). Phosphorus status and cycling in native savanna and improved pastures on an acid low-P Colombian oxisol. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **55**:77-88.

- Reiners, W.A., Bouwman, A.F., Parsons, W.F.J. and Keller, M. (1994). Tropical rain forest conversion to pasture: Changes in vegetation and soil properties. *Ecological Applications* **4**:363-377.
- Ridley, A.M., Slattery, W.J., Halyar, K.R. and Cowling, A. (1990). The importance of the carbon cycle to acidification of grazed animal pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **30**:529-537.
- Rixon, A.J. (1966). Soil fertility changes in a redbrown earth under irrigated pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* **17**:303-316.
- Russell, J.S. (1960). Soil fertility changes in the long term experimental plots at Kybybolite, South Australia. I. Changes in pH, total nitrogen, organic carbon and bulk density. *Australian Journal of Agricultural Research* **11**:902-926.
- Schuman, G.E., Reeder, J.D., Manley, J.T., Hart, R.H. and Manley, W.A. (1999). Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. *Ecological Applications* **9**:65-71.
- Shiel, R.S. (1986). Variation in amounts of carbon and nitrogen associated with particle size fractions of soils from the Palace Leas meadow hay plots. *Journal of Soil Science* **37**:249-257.
- Skjemstad, J.O., Catchpoole, V.R., Feuvre, R.P.I. and Le Feuvre, R.P. (1994). Carbon dynamics in Vertisols under several crops as assessed by natural abundance ^{13}C . *Australian Journal of Soil Research* **32**:311-321.
- Smoliak, S., Dormaar, J.F. and Johnston, A. (1972). Long-term grazing effects on Stipa-Bouteloua prairie soils. *Journal of Range Management* **25**:246-250.
- Trumbore, S.E., Davidson, E.A., Barbosa De Camargo, P., Nepstad, D.C. and Martinelli, L.A. (1995). Below-ground cycling of carbon in forests and pastures of Eastern Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* **9**:515-528.
- Veldkamp, E. (1994). Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. *Soil Science Society of America Journal* **58**:175-180.
- Walker, T.W., Thapa, B.K. and Adams, A.F.R. (1959). Studies on soil organic matter. 3. Accumulation of carbon, nitrogen, sulphur, organic and total phosphorous in improved grassland soils. *Soil Science* **87**:135-140.
- Wang, Y. and Chen, Z. (1998). Distribution of soil organic carbon in the major grasslands of Xilinguole, Inner Mongolia, China. *Acta Phytoecologica Sinica* **22**:545-551.
- Wood, K.M., and Blackburn, W.H. (1984). Vegetation and soil responses to cattle grazing systems in the Texas rolling plains. *Journal of Range Management* **37**:303-308