

КОМПЛЕКСНЫЕ ВОПРОСЫ

АВТОРЫ И РЕДАКТОРЫ-РЕЦЕНЗЕНТЫ

Координирующие ведущие авторы

Ньютон Пасиорник (Бразилия) и Кристин Рипдал (Норвегия)

Ведущие авторы

Райнер Бариц (Германия), Симон Бэрри (Австралия), Альбертус Иоханнес Долман (Нидерланды), Марлен Ив (USA), Майкл Джилленуотер (США), Михаэль Коль (Германия), Дина Крюгер (США), Бо Лим (СК/ПРООН), Раиса Макипаа (Финляндия), Джорджио Матеуччи (Европейская комиссия), Тошинори Окуда (Япония), Кейт Портер (Ямайка), Мария Хосе Санс-Санчес (Испания), Т.П. Сингх (Индия), Горан Штахль (Швеция), Риккардо Валентини (Италия), и Мартина Ван Дер Мерве (Южная Африка).

Сотрудничающие авторы

Сандра Браун (США), Кетиль Флугсруд (Норвегия), Джен Инуз (Япония), Геральд Каендлер (Германия), Андерс Линдрот (Швеция), Кенло Нишида (Япония), Стив Огле (США), Матс Олссон (Швеция), Гарет Филипс (США), Фред Сассман (США), Йошики Ямагата (Япония), Эд Вайн (США), и Кристиан Вирт (Германия)

Редакторы-рецензенты

Джамиду Катима (Танзания) и Том Уирт (США).

Содержание

5.1	ВВЕДЕНИЕ	5.7
5.2	ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ	5.8
5.2.1	Введение	5.8
5.2.2	Методы объединения неопределенностей.....	5.10
5.2.2.1	Уровень 1 – Простое распространение ошибок	5.10
5.2.2.2	Оценка неопределенностей по категориям с использованием анализа методом Монте-Карло (уровень 2).....	5.11
5.2.3	Практические соображения по количественной оценке неопределенностей входных данных	5.15
5.2.4	Пример анализа неопределенностей.....	5.18
5.2.5	Отчетность и документация	5.21
5.3	ВЫБОРКА	5.22
5.3.1	Введение	5.22
5.3.2	Обзор принципов выборки	5.22
5.3.3	Модель выборки	5.23
5.3.3.1	Использование вспомогательных данных и стратификации	5.23
5.3.3.2	Систематическая выборка	5.24
5.3.3.3	Постоянные выборочные участки и данные временного ряда	5.25
5.3.4	Методы выборки для оценки площадей	5.26
5.3.4.1	Оценка площадей через доли	5.26
5.3.4.2	Прямая оценка площади	5.27
5.3.5	Методы выборки для оценки выбросов и абсорбции парниковых газов	5.27
5.3.6	Неопределенности в обследованиях на основе выборки.....	5.28
5.3.6.1	Типы ошибок.....	5.28
5.3.6.2	Размер выборки и ошибка выборки.....	5.29
5.3.6.3	Количественное определение ошибок в обследованиях на основе выборки.....	5.30
5.4	МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ВЫБОР – ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ	5.31
5.4.1	Введение	5.31
5.4.2	Количественные подходы к определению ключевых категорий	5.32
5.4.2.1	Метод уровня 1 для определения ключевых категорий источников и поглотителей.....	5.36
5.4.2.2	Метод уровня 2 для определения ключевых категорий источников и поглотителей.....	5.40
5.4.3	Соображения качества	5.41
5.4.4	Определение ключевых категорий согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола	5.42
5.4.5	Применение результатов	5.44
5.4.6	Отчетность и документация	5.46
5.4.7	Выведение порогового значения для анализа ключевой категории в рамках уровня 1	5.46
5.4.7.1	Предположения в отношении неопределенностей.....	5.46

5.4.7.2	Уровень выбросов	5.47
5.4.7.3	Тенденция	5.48
5.4.8	Пример анализа ключевой категории уровня 1	5.50
5.5	ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	5.54
5.5.1	Введение	5.54
5.5.2	План по ОК/КК	5.56
5.5.3	Общие процедуры КК (уровень 1)	5.56
5.5.4	Процедуры КК для конкретных категорий источников или поглотителей (уровень 2).....	5.57
5.5.5	Процедуры обзора ОК	5.59
5.5.6	Документация, архивация и отчетность	5.60
5.5.7	Вопросы, касающиеся статей 3.3 и 3.4 Киотского протокола	5.61
5.6	СОГЛАСОВАННОСТЬ ВРЕМЕННОГО РЯДА И ПЕРЕСЧЕТЫ	5.62
5.6.1	Введение	5.62
5.6.2	Согласованность временного ряда и методологическое изменение.....	5.62
5.6.3	Пересчет и периодические данные.....	5.65
5.6.4	Вопросы, связанные со статьями 3.3 и 3.4 Киотского протокола	5.67
5.6.5	Отчетность и документация	5.67
5.7	ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ	5.68
5.7.1	Введение	5.68
5.7.2	Подходы к проверке достоверности.....	5.69
5.7.3	Руководящие указания по проверке достоверности кадастров ЗИЗЛХ.....	5.78
5.7.4	Конкретные вопросы, связанные с Киотским протоколом	5.80
5.7.5	Отчетность и документация	5.82
5.7.6	Некоторые детали для подходов к проверке достоверности	5.82
	Библиография	5.87

Уравнения

Уравнение 5.2.1	Оценка неопределенностей категорий (уровень 1).....	5.10
Уравнение 5.2.2	Общая неопределенность в национальных выбросах (уровень 1).....	5.11
Уравнение 5.4.1	Оценка уровня (уровень 1).....	5.36
Уравнение 5.4.2	Оценка тенденции (уровень 1)	5.37
Уравнение 5.4.3	Оценка тенденции при нулевых выбросах за текущий год	5.38
Уравнение 5.4.4	Оценка уровня (уровень 2).....	5.40
Уравнение 5.4.5	Оценка тенденции (уровень 2)	5.41

Рисунки

Рисунок 5.3.1	Принцип выборки	5.22
Рисунок 5.3.2	Простой случайный план расположения участков (слева) и систематический план (справа)	5.24
Рисунок 5.3.3	Использование различных конфигураций постоянных и временных единиц выборки для оценки изменений	5.25
Рисунок 5.3.4	Связь между среднеквадратической ошибкой в оценке площади $s(A)$, долей землепользования класса p и размером выборки n	5.29
Рисунок 5.4.1	Схема принятия решений для определения ключевых категорий источников и поглотителей.....	5.33
Рисунок 5.4.2	Схема принятия решений о выборе метода эффективной практики.....	5.45
Рисунок 5.4.3	График зависимости совокупной неопределенности от совокупных выбросов.....	5.47
Рисунок 5.4.4	Доля выбросов, необходимая для достижения 90% суммы вклада неопределенностей в разные кадастры. С ЗИЗЛХ и без него	5.48
Рисунок 5.4.5	Доля выбросов, необходимая для достижения 90% суммы вклада неопределенности тенденции в разные кадастры. С ЗИЗЛХ и без него	5.49
Рисунок 5.6.1	Пересчитанная оценка за 2003 г., основанная на линейной экстраполяции	5.66

Таблицы

Таблица 5.3.1	Пример оценки площадей через доли	5.27
Таблица 5.4.1	Предлагаемые МГЭИК категории источников/поглотителей для сектора ЗИЗЛХ и других секторов.....	5.34
Таблица 5.4.2	Сводная таблица для анализа в рамках уровня 1 – оценка уровня, включая категории ЗИЗЛХ.....	5.37
Таблица 5.4.3	Сводная таблица для анализа в рамках уровня 1 – оценка тенденции, включая категории ЗИЗЛХ.....	5.39
Таблица 5.4.4	Связь между деятельностью, определенной в главе 3 и главе 4, и категориями источников/поглотителей МГЭИК для ЗИЗЛХ	5.43
Таблица 5.4.5	Резюме анализа ключевых категорий	5.46
Таблица 5.4.6	Предполагаемые неопределенности для определения порогового значения ключевой категории, включая ЗИЗЛХ	5.47
Таблица 5.4.7	Пример оценки уровня	5.50
Таблица 5.4.8	Анализ тенденции с ЗИЗЛХ	5.52
Таблица 5.5.1	Общие процедуры КК кадастра уровня 1	5.56
Таблица 5.6.1	Резюме подходов к обеспечению согласованности временного ряда.....	5.64
Таблица 5.7.1	Применимость подходов к проверке достоверности для определения земельных площадей, пулов углерода и парниковых газов иных, нежели CO ₂	5.70
Таблица 5.7.2	Характеристики некоторых основных платформ дистанционного зондирования.....	5.86

Блоки

Блок 5.2.1	Примеры выражения неопределенности	5.9
Блок 5.2.2	Уровень обобщения анализа уровня 1	5.11
Блок 5.2.3	Оценка неопределенности уровня 2 для изменений в содержании углерода в сельскохозяйственных почвах в США.....	5.15
Блок 5.2.4	Неопределенности оценок, основанных на использовании моделей.....	5.17
Блок 5.5.1	Определения обеспечения качества и контроля качества	5.54
Блок 5.5.2	Внешнее рецензирование	5.60
Блок 5.6.1	Пример случая, когда национальный лесной кадастр готовится раз в пять лет.....	5.65
Блок 5.6.2	Пример моделирования выбросов на участке во времени	5.66
Блок 5.7.1	Определение проверки достоверности для целей кадастра.....	5.68
Блок 5.7.2	Руководство по выбору компонентов кадастра для проверки достоверности и подходов к ней	5.78
Блок 5.7.3	Проверка достоверности кадастра сектора ЗИЗЛХ в национальном кадастре.....	5.79
Блок 5.7.4	Руководящие указания по проверке достоверности данных о пулах углерода и деятельности.....	5.80
Блок 5.7.5	Проверка достоверности ЗИЗЛХ согласно Киотскому протоколу.....	5.81
Блок 5.7.6	Программы и сети, имеющие отношение к ЗИЗЛХ	5.83

5.1 ВВЕДЕНИЕ

При подготовке национальных кадастров выбросов и абсорбции парниковых газов необходимо рассмотреть несколько широких и комплексных вопросов. В настоящей главе излагаются *руководящие указания по эффективной практике* по шести таким вопросам, определенным в Руководящих указаниях по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов (РУЭП2000, МГЭИК, 2000 г.), основанных на предыдущем обсуждении, с тем чтобы учитывать конкретные характеристики сектора землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ). Указанные шесть вопросов включают:

- **Оценку неопределенностей.** Оценки неопределенностей необходимо готовить для всех категорий, содержащихся в кадастре, и для кадастра в целом. РУЭП2000 содержит практическое руководство для оценки и объединения неопределенностей, а также обсуждение концептуальных обоснований неопределенности кадастра. В разделе 5.2 настоящей главы «Идентификация и количественная оценка неопределенностей» рассматриваются ключевые типы неопределенности в секторе ЗИЗЛХ, и приводится конкретная информация о том, каким образом применять *руководящие указания по эффективной практике РУЭП2000* к этому сектору.
- **Выборку.** Данные для сектора ЗИЗЛХ зачастую получают из выборочных обследований, например, земельных площадей, накопления биомассы и углерода почвы, и такие данные обычно используются для оценки изменений в землепользовании или накопления углерода. В разделе 5.3 «Выборка» излагаются *руководящие указания по эффективной практике* для планирования и использования выборочных обследований для представления информации о выбросах и абсорбции парниковых газов на национальном уровне. В этом разделе также содержится обзор связи между моделью выборки и оценками неопределенностей.
- **Анализ ключевой категории.** В главе 7 РУЭП2000 «Методологический выбор и пересчет» излагается концепция анализа ключевой категории. В первоначально разработанном варианте она применялась только к категориями источников. В разделе 5.4 настоящей главы «Методологический выбор – определение ключевых категорий» дается расширенное описание первоначального подхода для обеспечения идентификации ключевых категорий, которые являются источниками или поглотителями. Излагаются *руководящие указания по эффективной практике* в отношении того, каким образом определять ключевые категории для сектора ЗИЗЛХ при подготовке кадастра согласно РКИК ООН, а также дополнительные руководящие указания для определения ключевых категорий, связанных с представлением дополнительной информации в соответствии со статьями 3.3 и 3.4 Киотского протокола.
- **Обеспечение качества (ОК) и контроль качества (КК).** Система ОК/КК является важной частью подготовки кадастра, о чем говорится в главе 8 РУЭП2000. В разделе 5.5 настоящей главы дается описание тех аспектов системы ОК/КК, которые необходимы для сектора ЗИЗЛХ, и даются конкретные *руководящие указания по эффективной практике*, касающиеся проведения контрольных проверок качества уровня 2 для этого сектора, исходя из информации, изложенной в главе 2 «Основа для согласованного представления земельных площадей» и главе 3 «Руководящие указания по эффективной практике для сектора ЗИЗЛХ» настоящего доклада. Освещаются также вопросы ОК/КК, имеющие отношение к Киотскому протоколу.
- **Согласованность временного ряда.** Обеспечение согласованности временного ряда оценок кадастра имеет существенное значение, если необходимо быть уверенным в описанных в кадастре тенденциях. В главе 7 РУЭП2000 изложено несколько методов для обеспечения согласованности временного ряда в тех случаях, когда невозможно использовать те же самые методы и/или данные в течение всего периода. В разделе 5.6 настоящей главы «Согласованность временного ряда и пересчеты» эти методы рассматриваются с точки зрения конкретных ситуаций, которые могут возникнуть при подготовке оценок выбросов и абсорбции для сектора ЗИЗЛХ.
- **Проверку достоверности.** Проведение проверки достоверности может повысить качество кадастра, а также способствовать лучшему пониманию на научном уровне. Подходы к проверке достоверности и практические руководящие указания по проверке достоверности оценок в секторе ЗИЗЛХ описаны в разделе 5.7 настоящей главы.

В настоящей главе приводится информация, которая необходима для применения *руководящих указаний по эффективной практике* в секторе ЗИЗЛХ. В то же время в ней не повторяется вся информация из РУЭП2000. Таким образом, читатели могут пожелать обратиться к РУЭП2000 для получения дополнительной справочной информации. В последующих подразделах излагаются конкретные ситуации, в которых полезной может оказаться ссылка на РУЭП2000.

5.2 ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

5.2.1 Введение

В настоящем разделе описана *эффективная практика* по оценке и представлению информации о неопределенностях, связанных с оценками выбросов и абсорбции в секторе ЗИЗЛХ, и показано то, каким образом включать сектор ЗИЗЛХ в процедуру, представленную в главе 6 *РУЭП2000* «Количественная оценка неопределенностей на практике» для оценки объединенных неопределенностей по всему кадастру.

Определение понятия «*эффективная практика*» и требует, чтобы кадастры были точными в том смысле, что их данные не являются ни завышенными, ни заниженными, насколько об этом можно судить, и что неопределенности уменьшены настолько, насколько это практически возможно. Какого-либо заранее установленного уровня точности не существует; неопределенность оценивается для оказания помощи в установлении приоритетности усилий по повышению точности кадастров в будущем и для руководства в принятии решений по методологическому выбору. Неопределенности также представляют интерес при вынесении суждения об уровне согласованности между национальными кадастрами и оценками выбросов или абсорбции, подготовленными разными учреждениями или в рамках разных подходов.

Оценки кадастра могут использоваться для разнообразных целей. Для некоторых из них имеют значение только национальные суммарные величины, тогда как для других важную роль играют подробные сведения о различных парниковых газах и категориях источников. Для того, чтобы собрать данные для намеченной цели, пользователи должны понимать фактическую надежность как суммарной оценки, так и ее составляющих частей. По этой причине методы, используемые для сообщения неопределенности, должны быть практически осуществимыми, научно обоснованными, достаточно надежными для применения к широкому кругу категорий источников и поглотителей, методов и национальных условий, и представленными таким образом, чтобы они были понятными для всех пользователей кадастра.

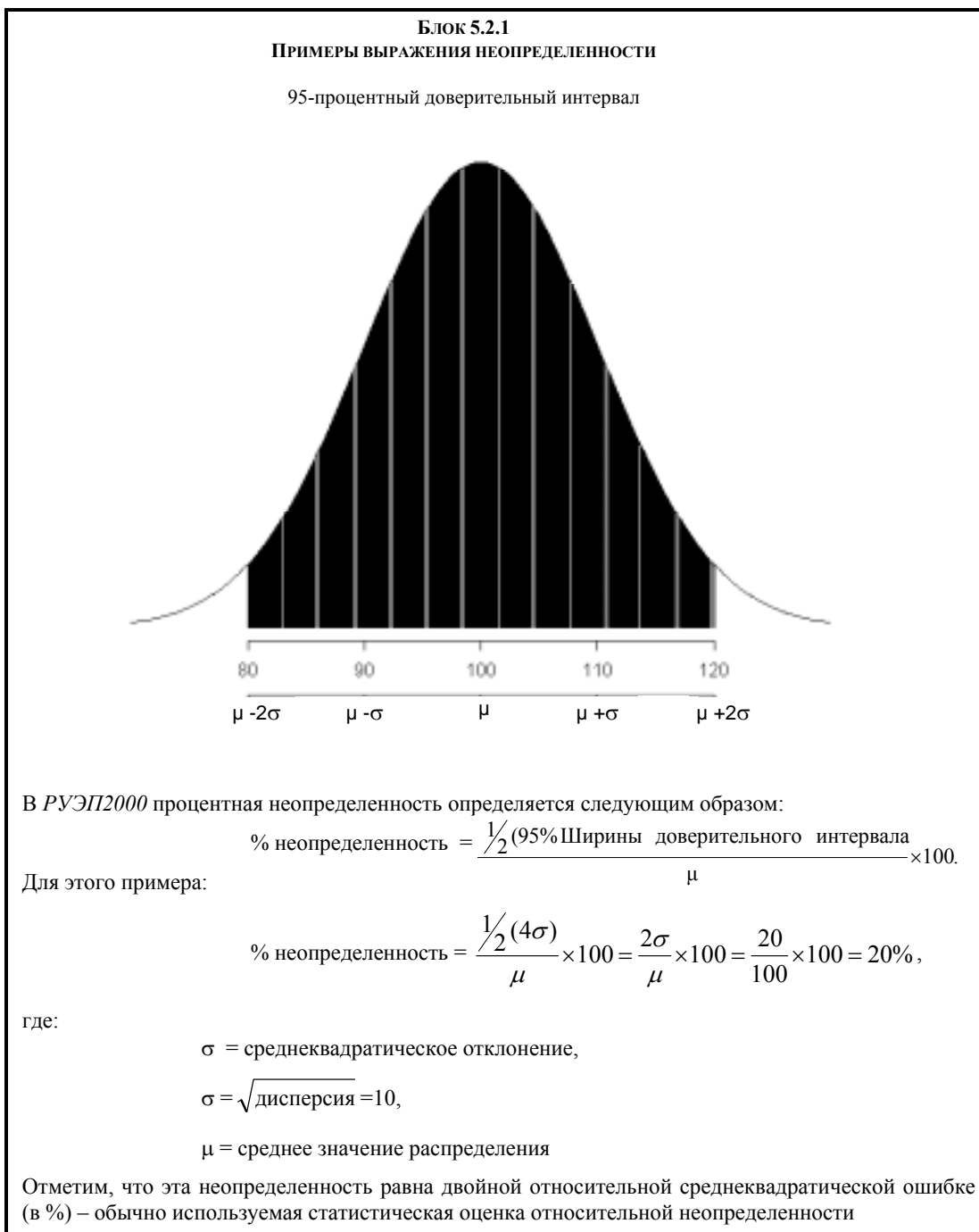
Существует много причин, по которым фактические выбросы и абсорбция отличаются от цифр, рассчитанных в национальном кадастре. Некоторые источники неопределенности (например, ошибка выборки или ограничения в точности приборов) могут давать хорошо обоснованные, легко характеризующиеся оценки диапазона потенциальной ошибки. Другие источники неопределенности, например, систематические ошибки, с большим трудом поддаются идентификации и количественной оценке (Rypdal and Winiwarter, 2001). В настоящем разделе описаны методы учета как хорошо обоснованных статистических неопределенностей, так и менее конкретной информации, характеризующей другие формы неопределенностей в секторе ЗИЗЛХ, и рассматриваются последствия для неопределенности как всего кадастра, так и его компонентов.

В идеальном случае оценки выбросов и диапазоны неопределенностей вычисляются на основе данных измерений на конкретном источнике. Поскольку практически невозможно измерить каждую категорию источников выбросов или поглотителей подобным образом, некоторые оценки основываются на известных характеристиках типовых точек, которые принимаются в качестве репрезентативных для всей совокупности точек. Этот подход вводит дополнительные неопределенности, поскольку необходимо предположить, что вся совокупность популяции ведет себя в среднем аналогично тем точкам, которые были измерены. Выборочные контрольные проверки целевой популяции позволяют получить количественную оценку неопределенностей. Значительные систематические ошибки (предполагающие смешанные оценки) могут иметь место в тех случаях, когда оценка с известной точностью основана на популяции, которая отличается от той популяции, в которой должна применяться данная оценка. На практике часто необходимо будет заключение экспертов для определения диапазонов неопределенностей.

Прагматический подход к составлению количественных оценок неопределенностей в этой ситуации состоит в использовании наилучших имеющихся оценок – сочетания имеющихся измеренных данных, выходных данных моделей и заключения экспертов. В связи с этим методы, предложенные в настоящем разделе, могут использоваться для диапазонов неопределенностей по умолчанию по конкретным категориям источников, рассмотренным в главах 2-4 настоящего доклада, а также дают возможность включать новые эмпирические данные по мере их поступления.

Согласно главе 6 *РУЭП2000* (Количественная оценка неопределенностей на практике), об определенностях следует сообщать в виде доверительного интервала с указанием границ диапазона, внутри которого, как считается, лежит основная величина неопределенного количества для определенной вероятности. *Руководящие принципы МГЭИК* предлагают использовать 95-процентный доверительный интервал, который является интервалом, имеющим 95-процентную вероятность содержания неизвестной истинной величины. Это также может быть выражено в виде процентной неопределенности, определенной как половина ширины доверительного интервала, поделенной на оценочное значение количества (см. блок 5.2.1). Процентная неопределенность применяется в тех случаях, когда либо известна основная функция плотности вероятности, либо используется схема выборки или заключение экспертов. Кроме того, это понятие может свободно применяться для идентификации территорий, для которых следует установить приоритетный порядок мер по снижению неопределенностей.

Настоящий раздел соответствует главе 6 и приложению 1 (Концептуальная основа для анализа неопределенностей) *РУЭП2000*, с представлением при этом дополнительной информации о том, каким образом оценивать неопределенности в секторе ЗИЗЛХ. Значительная часть обсуждения посвящается вопросам, связанным с выбросами и абсорбцией CO₂, которые не рассматривались в предыдущем докладе. Следуя руководящим указаниям, содержащимся в главе 6 *РУЭП2000*, могут также быть подготовлены оценки неопределенностей для выбросов парниковых газов иных, нежели CO₂. Методы по объединению неопределенностей описаны в подразделе 5.2.2, практические соображения по количественной оценке неопределенностей в исходных данных – в подразделе 5.2.3, пример анализа неопределенностей для сектора ЗИЗЛХ дается в подразделе 5.2.4, а подраздел 5.2.5 касается вопросов представления информации и документации. Ввиду важного значения четко разработанных программ выборки для уменьшения неопределенностей при подготовке кадастров ЗИЗЛХ для многих стран, в разделе 5.3 отдельно излагаются конкретные руководящие указания по разработке программ выборки для земельных площадей и накопления биомассы, а также руководящие указания по оценке связанных с этим неопределенностей.



5.2.2 Методы объединения неопределенностей

Оцененные изменения накопления углерода, выбросы и абсорбция в результате деятельности в области ЗИЗЛХ характеризуются неопределенностями, связанными с данными о районе и данными о прочей деятельности, показателями роста биомассы, коэффициентами разрастания и другими коэффициентами. В настоящем разделе дается описание того, каким образом объединять эти неопределенности на уровне категории и оценивать неопределенность в уровне и тенденции в кадастре в целом. В нем предполагается наличие неопределенностей различных оценок исходных данных либо в виде значений по умолчанию, приведенных в главах 2, 3 и 4 настоящего доклада, заключения экспертов, либо оценок, основанных на достоверной статистической выборке (раздел 5.3).

В *РУЭП2000* представлены два метода для оценки объединенных неопределенностей: метод уровня 1 с использованием простых уравнений распространения ошибки и метод уровня с использованием анализа методом Монте-Карло или аналогичных методов. Оба метода применимы для сектора ЗИЗЛХ. В то же время необходимо отметить некоторые конкретные факторы, поскольку результирующие выбросы могут быть негативными, если учитываются как выбросы, так и абсорбция. Составляющие кадастры учреждения могут также применять национальные методы для оценки общей неопределенности, например методы распространения ошибок, которые исключают упрощение аппроксимаций, связанных с методом уровня 1. В этом случае *эффективная практика* заключается в четком документальном оформлении подобных методов.

Использование уровня 1 или уровня 2 даст представление о том, каким образом отдельные категории и парниковые газы вносят вклад в формирование неопределенности в общих выбросах в любой данный год, а также в формирование тенденции в общих выбросах между годами. Поскольку метод уровня 1 основан на сводной таблице, его легко применять, и *эффективная практика* для всех стран заключается в проведении анализа неопределенностей в соответствии с уровнем 1. Составляющие кадастры учреждения могут также провести анализ неопределенностей согласно уровню 2 или национальным методам. Оценки неопределенностей сектора ЗИЗЛХ могут объединяться с оценками неопределенностей другого сектора (полученными путем использования методов *эффективной практики*, описанных в *РУЭП2000*) для получения общей неопределенности кадастра.

5.2.2.1 УРОВЕНЬ 1 – ПРОСТОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОШИБОК

Метод уровня 1 для определения неопределенностей основан на уравнении распространения ошибок, содержащемся в подразделе А4.3.1 (Уравнение распространения ошибок) приложения 1 (Концептуальная основа для анализа неопределенности) *РУЭП2000*. Практические руководящие указания о том, каким образом применять метод уровня 1 для анализа неопределенностей оценок выбросов содержится в подразделе 6.3.2 (Уровень 1 – Оценка неопределенностей по категориям источников с упрощающими предложениями) *РУЭП2000*.

При суммировании выбросов и абсорбции для оценки неопределенностей тенденций может использоваться метод, описанный в подразделе 6.3.2 *РУЭП2000*. При осуществлении расчета неопределенностей по уровню 1, включая сектор ЗИЗЛХ, может также применяться таблица 6.1 «Уровень 1 – Расчет неопределенностей и отчетность» *РУЭП2000*.

Уравнение 5.2.1 может использоваться для оценки неопределенности произведения нескольких количественных величин, например, когда оценка выбросов выражается в виде произведения коэффициента выбросов и данных о деятельности. Оно применяется, когда нет никакой существенной корреляции между данными и когда неопределенности являются относительно малыми (среднеквадратическое отклонение менее порядка 30% среднего значения). Это уравнение может быть также использовано для получения приблизительных результатов, когда неопределенности больше вышеуказанных. При наличии существенной корреляции уравнение 5.2.1 может быть изменено на основе уравнения, приведенного в подразделе А1.4.3.1 *РУЭП2000*, или данные могут быть обобщены, следуя руководящим указаниям, содержащимся в блоке 5.2.2 настоящего подраздела, и пунктам, посвященным зависимости и корреляции, в подразделе 5.2.2.2.

УРАВНЕНИЕ 5.2.1 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ КАТЕГОРИЙ (УРОВЕНЬ 1)

$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2},$$

где:

U_{total} = процентная неопределенность в произведении количественных значений (половина 95-процентного доверительного интервала, разделенная на общее значение и выраженная в процентах,

U_i = процентные неопределенности, связанные с каждым из количественных значений, $i = 1, \dots, n$.

Блок 5.2.2
УРОВЕНЬ ОБОБЩЕНИЯ АНАЛИЗА УРОВНЯ 1

Часто существует корреляция между входными данными для анализа неопределенностей. Примерами являются те случаи, когда те же самые данные о деятельности или коэффициенты выбросов используются в нескольких оценках, которые должны добавляться на более позднем этапе. Нередко эти корреляции невозможно обнаружить статистически, особенно если используются значения по умолчанию или необработанные статистические данные о районе. В то же время качественная оценка вероятной корреляции может быть все же осуществлена посредством оценки, например того, получены ли оценки или нет из одного и того же источника, и имеются ли другие логические зависимости, которые являются причиной отклонения ошибок разных оценок в одном и том же направлении (если корреляция является позитивной). Одной из возможностей предотвращения корреляции, вызванной подобными зависимостями, заключается в обобщении категорий источников/поглотителей до уровня, на котором они ликвидируются. Например, коэффициенты выбросов для всех пулов углерода в определенном классе землепользования могут быть сложены до их умножения на данные о деятельности. Подобное обобщение дает в целом более надежные результаты, хотя и приводит к определенной утрате деталей при представлении информации о неопределенностях. В таблице 5.4.2 раздела 5.4 содержатся руководящие указания по уровню обобщения для анализа ключевой категории, которые также могут применяться для анализа неопределенностей на уровне 1.

В тех случаях, когда неопределенные количества объединяются путем сложения или вычитания, как это происходит при выведении общей неопределенности в национальных оценках, может быть использовано уравнение 5.2.2. Уравнение 5.2.2 адаптировано из уравнения 6.3 *РУЭП2000*. В тоже время включение в данный анализ сектора ЗИЗЛХ может привести к суммированию выбросов и абсорбции, при этом последняя рассматривается с отрицательным знаком; поэтому в знаменателе должно использоваться абсолютное значение суммы всех оценок категорий.

УРАВНЕНИЕ 5.2.2
ОБЩАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В НАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСАХ (УРОВЕНЬ 1)

$$U_E = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot E_1)^2 + (U_2 \cdot E_2)^2 + \dots + (U_n \cdot E_n)^2}}{|E_1 + E_2 + \dots + E_n|},$$

где:

- U_E = процентная неопределенность суммы,
- U_i = процентная неопределенность, связанная с источником/поглотителем i ,
- E_i = оценка выбросов/абсорбции для источника/поглотителя i .

Как и для уравнения 5.2.1, при использовании уравнения 5.2.2 предполагается, что нет никакой существенной корреляции между оценками выбросов и абсорбции и что неопределенности являются относительно малыми. В то же время оно все же может использоваться для получения приблизительных результатов в тех случаях, когда неопределенности являются относительно большими. Если существует значительная корреляция и известен уровень корреляции, то уравнение 5.2.1 может быть изменено на основе уравнения, приведенного в приложении 1 подраздела A1.4.3.1 *РУЭП2000*. В противном случае категории следует обобщить, если это возможно (см. блок 5.2.2) или может быть использован анализ по методу Монте-Карло (уровень 2).

5.2.2.2 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ПО КАТЕГОРИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО (УРОВЕНЬ 2)

Анализ методом Монте-Карло подходит для подробной оценки неопределенности по категориям на уровне 2. В настоящем разделе содержатся более широкие руководящие указания по анализу методом Монте-Карло по сравнению с описанием, содержащимся в главе 6 *РУЭП2000*, благодаря тому, что эти руководящие указания имеют непосредственное отношение к сектору ЗИЗЛХ. *РУЭП2000*, следует использовать в качестве справочной информации, хотя в данном докладе воспроизводится некоторая часть материала из главы 6.

Анализ методом Монте-Карло особенно полезен, если имеются обширные данные о землепользовании в конкретной стране. При этом анализе могут учитываться различные степени корреляции (как во времени, так и между категориями), и он может быть использован для оценки неопределенностей в сложных моделях, а также с упрощенными расчетами типа «умножение коэффициентов управления (или коэффициентов выбросов) на

данные о деятельности». Общее описание метода Монте-Карло можно найти в работе Fishman (1996), а пакеты статистического программного обеспечения являются легко доступными, при этом некоторые из них включают алгоритмы Монте-Карло, которые весьма удобны для пользователя. В публикациях Winiwarter and Rypdal (2000) and Eggleston *et al.* (1998) приводятся примеры анализа методом Монте-Карло, применяемого в национальных кадастрах парниковых газов для оценки неопределенностей как в общих выбросах, так и тенденциях выбросов. В публикации Ogle *et al.* (2003) дается документальное описание анализа неопределенностей методом Монте-Карло для раздела сельскохозяйственных почв кадастра углерода в секторе ЗИЗЛХ в Соединенных Штатах Америки. Краткий пример применения анализа методом Монте-Карло, основанный на публикации Ogle *et al.* (2003), приводится в блоке 5.2.3.

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ АНАЛИЗЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Анализ методом Монте-Карло предназначен для выбора случайных величин для параметров оценки и данных о деятельности в пределах плотности распределения вероятностей (ПРВ) и последующего расчета соответствующего изменения в накоплениях углерода (или эквивалента углерода). Эта процедура повторяется много раз для получения среднего значения и диапазона неопределенностей (т.е. ПРВ для выбросов и абсорбции), являющихся результатом изменчивости в исходных переменных модели, представленных ПРВ. Анализы методом Монте-Карло могут проводиться на уровне категорий, для укрупненных категорий или для кадастра в целом.

Изменчивость в исходных переменных определяется в количественном отношении в пределах плотностей распределения вероятностей и дается представление о структуре возможных значений для данной переменной. Может потребоваться усечение ПРВ, если для исходных переменных устанавливаются определенные пороговые значения, например, оценки исходного углерода почвы могут быть незначительными, однако никогда не будут отрицательными (в почвах не может содержаться менее 0 процентов углерода), поэтому плотность, которая в противном случае получит отрицательные значения, необходимо будет усечь до 0, хотя как отрицательные, так и положительные цифровые значения являются значимыми в тех случаях, когда в результате данного процесса может появиться либо поглотитель, либо источник.

ПРВ могут быть основаны на местных данных, заключении экспертов или сочетании обоих этих факторов и могут быть связаны с учетом взаимозависимостей, особенно корреляций во времени или между газами для данных о деятельности и корреляций между коэффициентами управления. Если эти взаимозависимости не принимаются во внимание, то оценочная неопределенность может быть слишком большой или слишком малой в зависимости от корреляций, и результаты являются менее значимыми.

После построения ПРВ проводится анализ методом Монте-Карло в качестве итеративного процесса. В пределах каждой ПРВ произвольно выбирается набор исходных значений, после чего делается прогон модели с этими значениями, в результате которого получают оценку интересующего конечного продукта, после чего данный процесс многократно повторяется, благодаря чему получают ПРВ для оценки кадастра в целом.

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В УРОВНЯХ И ТЕНДЕНЦИЯХ

Подобно всем методам анализ методом Монте-Карло дает удовлетворительные результаты только в случае правильного применения, а результаты будут оправдываться лишь в той степени, в какой надежны входные данные, включая ПРВ, корреляции и любые экспертные оценки. Метод Монте-Карло состоит из пяти четко определенных этапов. Только первые два из них требуют усилий со стороны пользователя, а остальная часть выполняется пакетом программного обеспечения.

- Этап 1. Установить неопределенности входных переменных. Это включает параметры оценки и данные о деятельности в секторе ЗИЗЛХ, ассоциируемые с ними средние величины и плотности распределения вероятностей (ПРВ), а также любые корреляции. Неопределенности могут быть оценены в соответствии с руководящими указаниями, содержащимися в подразделе 5.2.3 (Практические соображения по количественной оценке неопределенностей входных данных) и подразделе 5.2.4 (Пример анализа неопределенностей) настоящей главы. Руководящие указания по оценке корреляций, см. ниже.
- Этап 2. Сформировать пакет программного обеспечения. Расчеты кадастра выбросов, ПРВ и величин корреляции должны быть введены в пакет программного обеспечения метода Монте-Карло. Программное обеспечение выполняет последующие этапы. В некоторых случаях составляющее кадастр учреждение может принять решение о создании своей собственной программы для имитационного моделирования анализа методом Монте-Карло; это может быть сделано с использованием статистического программного обеспечения.

- Этап 3. Выбрать входные величины. Обычно входными величинами являются оценки *эффективной практики*, применяемые в расчете. Это является началом процесса итераций. Для каждого элемента входных данных выбирается случайное число из ПРВ этой переменной.
- Этап 4. Оценить накопления углерода. Переменные, отобранные на этапе 3, используются для оценки накоплений углерода для исходного и текущего годов (т.е. начала и конца периода кадастра); год $t-20$ и год t), на основе входных величин.
- Этап 5. Повторение и мониторинг результатов. Рассчитанная на этапе 4 суммарная величина вводится в память, а затем процесс повторяется, начиная с этапа 3. Средняя из хранимых в памяти суммарных величин дает оценку накопления углерода, а изменчивость представляет неопределенность. Этот тип анализа требует многократных повторов. Количество итераций может быть определено двумя способами: установлением заранее количества прогонов модели, такого как 10 000, и продолжения имитационного процесса до тех пор, пока не будет достигнуто установленное число, или продолжением процесса до тех пор, пока среднее значение не достигнет относительно стабильной точки перед прекращением имитации.

Метод Монте-Карло может также использоваться для оценки неопределенностей в тенденции (изменения между двумя годами), вытекающей из деятельности в секторе ЗИЗЛХ. Процедура состоит в простом расширении того, что описано в предыдущем разделе. Проведение анализа методом Монте-Карло необходимо для одновременной оценки обоих лет. Этапы процедуры аналогичны описанным выше, за исключением вариаций в этапах 1 и 2.

- Этап 1. Это та же самая процедура, которая описана выше, за исключением того, что ее необходимо осуществить как для базового года, так и для текущего года, после чего должны быть рассмотрены дополнительные взаимосвязи. Для многих категорий ЗИЗЛХ будет использоваться один и тот же коэффициент выбросов для каждого года (т.е. коэффициенты выбросов для обоих лет коррелируются на 100%). Данные о деятельности для землепользования и выбросов часто коррелируются во времени, и это необходимо будет представлять также в данной модели.
- Этап 2. Следует сформировать пакет программного обеспечения, как описано выше, за тем исключением, что ПРВ должны будут отражать взаимозависимость между накоплениями углерода в базовый годы и текущий год. В тех случаях, когда считается, что входные данные коррелируются на 100% между годами (как будет обстоять дело со многими параметрами оценки ЗИЗЛХ), одна и та же случайная величина используется для получения значений коэффициентов выбросов по ПРВ в оба года.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ДЛЯ ВХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАДАСТРА

Данные, использованные в анализе неопределенностей, могут быть получены из полевых экспериментов или заключения экспертов. Эти данные необходимо объединять таким образом, чтобы получить плотности распределения вероятностей. Некоторые основные вопросы, которые необходимо задать в отношении этих данных, включают:

- Являются ли эти данные репрезентативными для практики управления и прочих национальных условий?
- Каково время усреднения для комплекта данных и является ли оно таким же, что и для оценки?

Имеющиеся данные будут представлять собой, обычно, среднегодовую величину для параметра оценки или суммарную годовую величину для данных о деятельности.

Для имитации методом Монте-Карло требуется, чтобы аналитиком определялись распределения вероятностей (см. Fishman 1996), которые разумно представляют входные данные каждой модели, для которой необходимо дать количественную оценку неопределенности. Определение распределений вероятностей может быть основано на рекомендации, содержащейся в главе 3 настоящего доклад, или оно может быть получено посредством разнообразных методов, включая статистический анализ данных, или получения заключения экспертов, как описывается в главе 6 *РУЭП2000*. Главное соображение заключается в выведении распределений для входных переменных модели расчета выбросов/абсорбции таким образом, чтобы они были основаны на согласованных базовых предположениях в отношении времени усреднения, местоположения и других обуславливающих факторов, имеющих отношение к конкретной оценке (например, климатические условия, влияющие на выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве). Для дополнительных руководящих указаний см. также подраздел 5.2.3 (Практические соображения о количественной оценке неопределенностей входных данных).

ОЦЕНКА ВКЛАДА ВХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАЖДОГО КАДАСТРА В ОБЩУЮ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ

В идеальном варианте количество усилий, направленных на получение характеристики неопределенности во входных элементах кадастра, должно быть пропорциональным ее важности для общей оценки неопределенности. Неразумно будет тратить ограниченные ресурсы и большое количество времени исключительно для того, чтобы собрать данные и экспертные оценки для какой-либо категории источников/поглотителей, которая имеет малое воздействие на всеобщую неопределенность. Таким образом, поощряется определение странами того, какие из входных элементов конкретных категорий имеют особенно важное значение для общей неопределенности кадастра, как средство определения приоритетности в усовершенствованиях. Аналогичным образом несовершенство оценки будет состоять в невыделении разумных ресурсов для количественного анализа неопределенностей во входных элементах, к которым весьма чувствительна всеобщая неопределенность кадастра. В этой связи многие аналитики предлагают подход, при котором при первой итерации анализа неопределенности проводится оценка основных источников неопределенности. Эта информация повысит качество оценки общей неопределенности и может быть весьма полезной в документации. Методы для оценки важности каждого входного элемента описаны в работах таких авторов, как Morgan и Henrion (1990), Cullen и Frey (1999) и другие. См. также раздел 5.4 (Методологический выбор – определение ключевых категорий).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ И КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ВХОДНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КАДАСТРА

Ключевым вопросом, который следует рассмотреть аналитикам при проведении вероятностного анализа, является вопрос о существовании зависимостей или корреляций между входными элементами модели. В идеальном случае предпочтительно определить модель таким образом, чтобы входные элементы были бы в максимальной степени статистически независимыми. Поэтому вместо того, чтобы пытаться оценить неопределенности раздельно по каждой подкатегории ЗИЗЛХ, с практической точки зрения может оказаться разумно оценить неопределенность для укрупненных категорий, для которых могут иметься хорошие оценки и перекрестные проверки. Зависимости, если они существуют, могут не всегда иметь важное значение для оценки неопределенностей. Зависимости между входными элементами будут иметь значение только в тех случаях, когда они существуют между двумя входными элементами, к которым неопределенность бывает особенно чувствительной, и когда зависимости являются достаточно сильными. В отличие от этого слабые зависимости между входными элементами или сильные зависимости между входными элементами, к которым неопределенность в кадастре не чувствительна, окажут относительно небольшое влияние на результат анализа. Разумеется, некоторые взаимозависимости являются важными, и неучет этих взаимосвязей может привести к ошибочным результатам.

Зависимости могут оцениваться путем определения корреляции между входными переменными при помощи статистических анализов. Например, Ogle *et al.* (2003) вычислял зависимости в коэффициентах управления обработкой почвы, которые оценивались на основе общего комплекта данных в единой модели регрессии, путем определения ковариации между коэффициентами для вариантов уменьшенной обработки и управления с нулевой обработкой почвы с последующим использованием этой информации для выведения значений коэффициентов обработки с надлежащей корреляцией в случае моделирования методом Монте-Карло. В блоке 5.2.3 это исследование рассматривается более подробным образом. Следует учитывать потенциал для корреляций между входными переменными и уделять главное внимание тем из них, которые будут характеризоваться, вероятно, наибольшими зависимостями (например, применение коэффициентов управления для той же самой практики в разные годы кадастра или корреляций между видами деятельности в области управления от одного года к следующему). Дополнительные обсуждения и примеры приводятся в работах Cullen и Frey (1999), а также Morgan и Henrion (1990). В этих документах содержатся также библиографические ссылки на соответствующую литературу.

Блок 5.2.3

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ УРОВНЯ 2 ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЙ В СОДЕРЖАНИИ УГЛЕРОДА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВАХ В США

Ogle *et al.* (2003) провели анализ методом Монте-Карло для оценки изменений в содержании углерода в сельскохозяйственных почвах в Соединенных Штатах Америки. Метод, изложенный в *Руководящих принципах МГЭИК*, требует наличия входных элементов для коэффициентов управления (т.е. количественных коэффициентов, представляющих изменение в содержании органического углерода почвы в результате изменения в землепользовании или управлении), справочных данных об эталонных накоплениях углерода (т.е. количество органического углерода почвы в почвах при исходных условиях), а также данных о деятельности в области землепользования и управления. Коэффициенты управления оценивались по результатам 75 опубликованных исследований с использованием линейных моделей смешанного воздействия. ПРВ были выведены для последствий управления на глубине в 30 см после 20 лет его осуществления. Оценка эталонных накоплений была получена путем использования базы данных национального обследования характеристик почв Министерства сельского хозяйства Соединенных Штатов Америки – Национальная служба охраны ресурсов (ЮСДА - НСОП) на основе оценок накопления углерода, полученных в результате изучения 3700 образцов почв по всей территории США. ПРВ были основаны на среднем значении и дисперсии на базе этих образцов, при этом учитывалась пространственная автокорреляция вследствие применения моделей группового распределения. Данные о деятельности в области землепользования и управления регистрировались в Национальном кадастре ресурсов (НКР; ЮСДА - НСОП), по линии которого осуществляется отслеживание управления сельскохозяйственными землями в более чем 400 000 точек в Соединенных Штатах Америки и которые дополняются данными о практике обработки почвы из Информационного центра технологий рационального природопользования (ТРИП). Анализ методом Монте-Карло осуществлялся с использованием имеющегося на коммерческих условиях пакета статистического программного обеспечения и кода, разработанного аналитиками США. В их анализе учитывались взаимозависимости между параметрами оценки, которые были выведены из общих комплектов данных. Например, коэффициенты для резервных земель и изменений в землепользовании в период между культивацией и некультивацией были выведены из анализа единой регрессии с использованием показательной переменной для резервных земель, и, следовательно, были взаимозависимыми. В их анализе учитывались также взаимозависимости между данными о деятельности в области землепользования и управления. При моделировании входных величин считалось, что коэффициенты являются полностью взаимозависимыми от базового года и текущего года в данном кадастре, поскольку предполагалось, что воздействие управления не меняется в течение периода кадастра. В качестве таковых коэффициенты моделировались с использованием идентичных рандомизированных начальных величин. В отличие от этого, моделирование эталонных накоплений углерода для разных климатов в разбивке по почвенным зонам, используемым в анализе МГЭИК, проводилось независимым образом с разными рандомизированными начальными величинами, поскольку накопления в каждой зоне выводились на основе отдельных комплектов данных. Аналитики США решили использовать 50 000 итераций для анализа методом Монте-Карло. Согласно оценкам Ogle *et al.* (2003) минеральные почвы накопили в среднем 10,7 Тг С/год в период 1982-1997 гг. при 95-процентном доверительном интервале в пределах 6,5- 15,2 Тг С /год. Напротив, органические почвы потеряли в среднем 9,4 Тг С/год, а именно в пределах 6,4 –13,3 Тг/год. Кроме того, Ogle *et al.* (2003) установили, что вклад изменчивости коэффициентов управления в общую неопределенность конечных оценок изменений содержания углерода почвы в кадастре составлял 90%.

5.2.3 Практические соображения по количественной оценке неопределенностей входных данных

Перед проведением оценки неопределенностей в категории кадастра необходимо получить информацию о неопределенностях входных данных. В главе 3 настоящего доклада содержатся руководящие указания по неопределенностям, связанным с выбором методов (уровни), и неопределенностям в параметрах по умолчанию. Для ключевых категорий *эффективная практика* заключается в проведении независимой оценки неопределенности, связанной с теми данными, которые используются для подготовки национальных оценок. В последующих разделах изложены общие руководящие указания по некоторым вопросам, которые следует рассмотреть в отношении трех методологических уровней, описанных в главе 3, и вопросы, связанные с Киотским протоколом, описание которых содержится в главе 4.

В главе 2 дается описание источников неопределенностей, с которыми придется, вероятно, столкнуться при определении земельных площадей, связанных с деятельностью в области землепользования и изменений в землепользовании. Они зависят от национальных условий и того, каким образом страны конкретно применяют указанные три подхода, или сочетание подходов, используемых для определения категории земельной площади. Учитывая различия в национальных подходах, трудно дать общую количественную рекомендацию, хотя в таблице 2.3.6 в главе 2 приводятся показательные диапазоны и рекомендации в отношении того, каким образом уменьшать неопределенности, связанные с классификацией земель. Рекомендации, данные в главе 2, относятся ко всем уровням, рассмотренным в нижеследующих трех подразделах.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ДЛЯ ТЕХ СЛУЧАЕВ, КОГДА ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ОСНОВАНЫ НА МЕТОДАХ УРОВНЯ 1

Методы уровня 1 для оценки выбросов и абсорбции из сектора ЗИЗЛХ используют оценки площадей по конкретным странам (земельные площади и изменения в земельных площадях по категориям) и значения по умолчанию параметров оценки, которые необходимы для расчета мощностей источника/поглотителя конкретной категории. Неопределенность, связанная с методами уровня 1, будет, вероятно, высокой, поскольку отсутствуют данные о соответствии имеющихся параметров по умолчанию существующим в данной стране условиям. Применение данных по умолчанию в стране или регионе, которые имеют весьма отличные характеристики от характеристик данных источника, могут привести к появлению больших систематических ошибок (т.е. весьма смещенных оценок выбросов или абсорбции). Помощь в идентификации потенциальной погрешности оценок может оказать качественная оценка неопределенности величин по умолчанию на уровне 1, или подходы к проверке достоверности данных, описанные в разделе 5.7.

Диапазоны оценок неопределенностей для параметров оценки по умолчанию приводятся в главе 3. Оценки неопределенностей в других параметрах оценки (например, данные о лесозаготовках) должны быть основаны на национальных источниках или заключении экспертов, отражающих национальные условия. Неопределенности в оценке площадей, связанных с деятельностью в области землепользования и изменениями в землепользовании, получают описанным выше способом. Общие оценки неопределенностей для сектора ЗИЗЛХ получают путем объединения неопределенностей согласно описанию, содержащемуся в подразделе 5.2.2 (Методы объединения неопределенностей).

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ОСНОВАНЫ НА МЕТОДАХ УРОВНЯ 2

Методы уровня 2, описанные в главе 3, используют данные по конкретной стране в пределах, установленных уровнем 1. В этом случае *эффективная практика* заключается в оценке неопределенности этих данных с учетом национальных условий. Эти данные нередко характеризуются лишь широким определением, при этом предполагается очень незначительная стратификация в соответствии с категориями климата/управления/возмущения. В большинстве случаев эти данные будут оцениваться в подходах по нисходящему принципу на основе перекрестных справочных величин или обобщенных оценок из источников нерепрезентативных данных, включая заключения экспертов. *Эффективная практика* заключается в определении оценок неопределенностей для подобных величин по умолчанию, используя для этого опубликованную в литературе оценку, заключения экспертов или сравнения со странами, имеющими аналогичные условия. Благодаря отслеживанию первоначальных данных может оказаться, вероятно, возможным повышение точности оценки неопределенности. Неопределенности в оценке площадей, связанных с деятельностью в области землепользования или изменениями в землепользовании, получают способом, описанным во введении в подраздел 5.2.3. В отношении коэффициентов выбросов (например, водно-болотных угодий или газовых составляющих иных, нежели CO₂, образующихся в результате сжигания биомассы) у стран могут иметься прямые измерения нескольких образцов для определенных категорий отчетности. После этого путем объединения неопределенностей, описанного в подразделе 5.2.2, получают общие оценки неопределенностей.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ОСНОВАНЫ НА МЕТОДАХ УРОВНЯ 3

При уровне 3 в оценках выбросов и абсорбции используется обширная и репрезентативная информация об изменениях накопления углерода для конкретных стран (в лесном хозяйстве, например, увеличение массы за счет прироста и потери в результате лесозаготовок, а также потери, вызванные естественной смертностью или возмущениями). В таком случае следует оценивать неопределенность всех параметров оценки, включенных в расчет, в том числе возможные систематические ошибки. Неопределенности в оценке площадей, связанных с деятельностью в области землепользования и изменениями в землепользовании, получают уже описанным способом. Хотя компонент случайной ошибки может получить количественное определение в подходах по восходящему принципу с использованием точечной информации для кадастра (см. раздел 5.3 о выборке), систематическая ошибка требует уделения особого внимания. Необходимо учитывать конкретные ошибки,

вносимые, например, в результате выборки и преобразования модели (Lehtonen *et al.*, 2004). *Эффективная практика* заключается в объединении всех компонентов ошибки (случайный и систематический) для каждого параметра (включая коэффициенты разрастания и преобразования) и объединении соответствующих оценок неопределенностей для оценок выбросов и абсорбции по каждой категории (см. также конкретные рекомендации по определению оценок неопределенностей по обследованиям на основе выборок, содержащиеся в разделе 5.3).

В зависимости от национальной концепции уровня 3, важные определяющие факторы для цикла углерода могут быть, вероятно, идентифицированы и параметризованы в подразделах подраздела 3.2.1. Это дает возможность применять динамические модели для целей экстраполяции и проверки достоверности (по вопросу проверки достоверности см. раздел 5.7). В этой связи следует обращать особое внимание на неопределенности оценок, основанных на использовании моделей (блок 5.2.4).

Блок 5.2.4 НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОЦЕНОК, ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДЕЛЕЙ

Диапазон моделей, используемых при подготовке кадастров, может находиться в пределах от чисто эмпирических/статистических взаимосвязей до моделей, основанных на подробном описании процесса. На практике большинство моделей строится с использованием элементов как того, так и другого. При количественной оценке неопределенностей в оценках, полученных посредством этих моделей, необходимо рассмотреть многочисленные вопросы. Можно сделать несколько общих замечаний, хотя обзор всех соответствующих моделей выходит за рамки настоящего доклада. Общая неопределенность в моделях может быть выведена по двум главным компонентам: неопределенности в структуре моделей и неопределенности в значениях параметров. Первый источник неопределенностей с трудом поддается количественной оценке. Проведение сравнения с данными наблюдений на местах может показать, что либо структура моделей, либо значения параметров, либо и то, и другое являются неправильными (Oreskes *et al.*, 1984). Поэтому важно проверить правильность моделей и использовать лишь те модели, которые прошли проверку для намеченной цели. Если модель не прошла должной проверки, ее использование должно дополняться программой проверки правильности. Неопределенность, связанная со значениями параметров, может быть оценена более легко благодаря сочетанию статистических оценок или заключений экспертов о неопределенности параметров с показателем чувствительности, или посредством анализа методом Монте-Карло. Анализ чувствительности следует проводить до начала использования модели, с тем чтобы определить целесообразность ее применения для предсказания. Модель, которая является весьма чувствительной к параметру с высокой степенью неопределенности, может оказаться не лучшим выбором для целей кадастра. В том случае, если структура модели является адекватной, последним вопросом, подлежащим рассмотрению, является неопределенность оценок, подготовленных при помощи моделей. В этом случае, как правило, необходимо проанализировать два компонента ошибок: неопределенность, вызванную неопределенностью параметров, и неопределенность, вызванную характерной изменчивостью в популяции, которая не может быть распознана данной моделью. При подготовке этих оценок при любом расчете следует учитывать оба источника неопределенности.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ОСНОВАНЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА

Общие методы объединения неопределенностей, описанные в подразделе 5.2.2 (Методы объединения неопределенностей), могут также применяться при представлении информации об оценках согласно Киотскому протоколу. В то же время разными могут оказаться некоторые основные факторы, влияющие на неопределенности. Например, общая неопределенность кадастра сектора ЗИЗЛХ может быть, вероятно, более чувствительной к неопределенностям при выявлении категорий землепользования и изменений в них для категорий согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола. Кроме того, чистый учет, который требуется для представления информации о деятельности, связанной с сельским хозяйством, привносит некоторые конкретные проблемы, которые рассматриваются более подробно в подразделах 4.2.4.2 и 4.2.8.1. Например, неопределенность в оценке базового года может отличаться от оценки периода действия обязательств. С другой стороны, имеются особые требования в отношении методологического выбора для представления информации согласно Киотскому протоколу (согласно описанию, данному в главе 4). Для целей представления информации необходимо проводить отдельные оценки неопределенностей для видов деятельности в соответствии со статьями 3.3 и 3.4 Киотского протокола. В подразделе 4.2.4.3 главы 4 дается описание требований и степени подробности данного анализа.

5.2.4 Пример анализа неопределенностей

В приложении 6А.2 к главе 6 «Количественная оценка неопределенностей на практике» приводится общий пример того, каким образом могут объединяться неопределенности. Этот подход может быть также использован для сектора ЗИЗЛХ при том условии, что все расчеты ЗИЗЛХ выражены в виде произведений территорий (или других данных о деятельности) и коэффициентов выбросов или абсорбции. Поскольку оценки ЗИЗЛХ в целом приблизительно пропорциональны площади территории, в этой форме могут быть также выражены все более сложные процедуры оценки по сравнению с умножением данных о деятельности на единственный коэффициент выбросов, при этом используются неопределенности, связанные с эквивалентным коэффициентом выбросов или поглощения, оцененным в заключении экспертов, или путем использования стандартных соотношений для распространения ошибки.

В этом подразделе дается пример, в котором показаны этапы оценки неопределенности уровня 1, применяемые для подхода к ЗИЗЛХ уровня 1 с использованием двух характерных видов деятельности. В нем рассматривается простой случай, когда изменения накопления углерода, а также выбросы и абсорбция, оцениваются для двух подкатегорий в рамках категории лесной площади: i) лесной площади, остающейся лесной площадью, и ii) переустройства лесной площади в пастбище. При этом не учитываются газы иные, нежели CO₂, и выбросы из почв. В данном примере главное внимание уделяется простым численным оценкам неопределенности без учета корреляции между входными параметрами.

Данная оценка включает четыре этапа.

- Этап 1. Оценить выбросы или абсорбцию, связанные с каждым видом деятельности; лесная площадь, остающаяся лесной площадью, и переустройство лесной площади в пастбище.
- Этап 2. Оценка неопределенностей, связанных с обоими видами деятельности.
- Этап 3. Оценка общих неопределенностей по сектору ЗИЗЛХ.
- Этап 4. Объединение неопределенностей в секторе ЗИЗЛХ с другими категориями источников.

Этап 1. Оценить выбросы или абсорбцию для каждого вида деятельности

Перед проведением оценки неопределенности готовятся оценки изменения накопления углерода для обеих подкатегорий: лесная площадь, остающаяся лесной площадью, и лесная площадь, переустраиваемая в пастбище. Эти оценки должны быть подготовлены в соответствии с подробными руководящими указаниями, содержащимися в главе 3 настоящего доклада.

Лесная площадь остающаяся лесной площадью

В подразделе 3.2.1.1.1 главы 3 приводятся два метода для оценки изменений накопления (запасов) углерода в биомассе; в настоящем примере мы лишь применяем метод 1, который предусматривает вычитание потерь углерода в биомассе из приращения углерода биомассе (уравнение 3.2.2):

$$\Delta C_{FF_{LB}} = (\Delta C_{FF_G} - \Delta C_{FF_L}),$$

где:

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = ежегодное изменение в запасах углерода в живой биомассе (включает надземную и подземную биомассу) на лесных площадях, остающихся лесными площадями, тонны C/год,

ΔC_{FF_G} = среднегодовое увеличение запасов углерода вследствие роста биомассы (также именуется приращением биомассы), тонн C/год,

ΔC_{FF_L} = среднегодовое уменьшение запасов углерода вследствие потери биомассы, тонны C/год

Для упрощения данного примера предполагается отсутствие каких-либо потерь биомассы, поэтому $\Delta C_{FF_L} = 0$. Таким образом, в данном примере $\Delta C_{FF_{LB}} = \Delta C_{FF_G}$. Приращение биомассы ΔC_{FF_G} рассчитывается при помощи уравнения 3.2.4 как:

$$\Delta C_{FF_G} = \sum_{ij} (A_{ij} \bullet G_{TOTAL_{ij}}) \bullet CF,$$

где:

ΔC_{FF_G} = среднегодовое увеличение в запасах углерода вследствие приращения биомассы на лесных площадях, остающихся лесными площадями, в разбивке по видам лесов и климатических зон, тонны C /год,

A_{ij} = площадь лесов, остающихся лесами, в разбивке по видам лесов ($i=1-n$) и климатических зон ($j=1-m$), га,

$G_{TOTAL_{ij}}$ = среднегодовые темпы приращения в общей биомассе в единицах сухого вещества в разбивке по видам лесов ($i=1-n$) и климатических зон ($j=1-m$), тоны с.в./га/год,

CF = доля углерода в сухом веществе, тонна C/тонны с.в. (значение по умолчанию 0,5, при 2-процентной неопределенности).

В этом примере предполагается, что размер лесной площади, остающейся лесной площадью, составляет 10 млн. га. Предположим далее, что существует только один вид леса и одна климатическая зона, поэтому $n = m = 1$, что упрощает выражение ΔC_{FF_G} следующим образом:

$$\Delta C_{FF_G} = A \cdot G_{TOTAL} \cdot CF,$$

где G_{TOTAL} представляет теперь показатель среднегодового приращения общей биомассы, усредненный для всей земельной площади. В целом значение G_{TOTAL} может быть рассчитано при помощи уравнения 3.2.5, приведенного в подразделе 3.2.1.1.1, для каждого вида леса и климатической зоны, учитывая при этом значения параметров, приведенные в приложении 3А.1.¹ В настоящем примере значение по умолчанию в 3,1 тонны с.в./га/год при 50-процентной неопределенности по умолчанию приводятся для G_{TOTAL} , и таким образом среднегодовое увеличение в накоплении углерода, вызванное приращением биомассы на лесной площади, остающейся лесной площадью, составляет:

$$\Delta C_{FF_{LB}} = \Delta C_{FF_G} = 10\,000\,000 \cdot 3,1 \cdot 0,5 \text{ тонны C/год} = 15\,500\,000 \text{ тонн C/год.}$$

Лесная площадь, переустроенная в пастбище

В подразделе 3.4.2.1 изложен основной метод для уровня 1, предназначенный для оценки изменений накопления углерода в биомассе вследствие переустройства лесных площадей пастбища.

Уравнение 3.4.13 показывает следующим образом ежегодное изменение накопления углерода в предполагаемых год переустройства в результате переустройства лесных площадей в пастбища:

$$\Delta C_{LG_{LB}} = A_{Conversion} \cdot (C_{Conversion} + C_{Growth}),$$

$$C_{Conversion} = C_{After} - C_{Before},$$

где:

$\Delta C_{LG_{LB}}$ = ежегодное изменение в запасах углерода в живой биомассе на землях, переустроенных в пастбища из некоторого первоначального вида землепользования, тонны C/год,

$A_{Conversion}$ = годовая площадь земель, переустроенных в пастбища из некоторого первоначального использования, га/год,

$C_{Conversion}$ = измерение в запасах углерода на единицу площади при переустройстве земель в пастбища из некоторого первоначального землепользования, тонны C/га,

C_{Growth} = запас углерода в результате роста пастбищной растительности через один год после переустройства, тонны C/га,

C_{After} = запас углерода в биомассе непосредственно переустройства в пастбище, тонны C/га,

C_{Before} = запас углерода в биомассе непосредственно перед переустройством в пастбище, тонны C/га.

Если значения по умолчанию выражены в виде количества биомассы на один гектар, необходимо будет произвести преобразование в углерод, используя переводной коэффициент 0,5 в качестве значения по умолчанию при неопределенности этого коэффициента в 2%.

В этом примере лесная площадь, переустроенная в пастбище, составляет 500 га. Коэффициенты выбросов и связанные с ними неопределенности приводятся в подразделе 3.2.1.1.2 и таблице 3.4.9 подраздела 3.4.2.1 главы 3. В данном примере мы исходим из того, что:

$$C_{F_{LB}} = C_{Before} = 80 \text{ тонн C/га, при неопределенности в 24\%,}$$

$$C_{After} = 0 \text{ тонн C/га, при неопределенности в 0\%,}$$

$$C_{G_{LB}} = C_{Growth} = 3 \text{ тонны C/га, при неопределенности в 60\%.}$$

Замена вышеуказанных величин в уравнении дает следующее:

$$\begin{aligned} \Delta C_{LG_{LB}} &= A_{FG} \cdot (-C_{F_{LB}} + C_{G_{LB}}) \\ &= 500 \text{ га} \cdot (-80 + 3) \text{ тонн C/га} = -38\,500 \text{ тонн C} \end{aligned}$$

¹ Значения по умолчанию для среднегодового приращения надземной биомассы G_w и соотношения корней к побегам R , включенные в уравнение 3.2.5, содержатся в таблицах 3А.1.5, 3А.1.6 и 3А.1.8 (для R) приложения 3А.1.

Этап 2. Оценка неопределенностей для каждого вида деятельности

Лесная площадь, остающаяся лесной площадью

Неопределенность, связанная с оценкой лесной площади, должна определяться на основе заключения экспертов. Если оценка основана на национальных обзорах с проведением целевой статистической выборки (см. раздел 5.3 «Выборка» и таблицу 2.3.6 в главе 2), то для расчета этой неопределенности могут использоваться статистические методы.

В этом примере предполагается, что площадь управляемого леса берется из административных регистров. Учреждение, которое составляет этот регистр, применяет метод *эффективной практики*, и неопределенность в этой площади оценивается на основе заключения экспертов в 20%.

Неопределенность ежегодного роста биомассы зависит от неопределенности входных параметров. Если страной используются параметры по умолчанию, то неопределенность будет высокой и может быть оценена лишь весьма приблизительно на основе заключения экспертов (см. главу 3). Если ежегодный рост биомассы рассчитывается по уравнению 3.2.4 и преобразуется в углерод при помощи переводного коэффициента, то оценку неопределенности роста углерода биомассы ($U_{\Delta C_{FFG}}$) получают следующим образом:

$$U_{\Delta C_{FFG}} = \sqrt{U_{A_{FF}}^2 + U_{G_{TOTAL}}^2 + U_{CF}^2}.$$

Если мы определяем $U_{G_{TOTAL}}$ в качестве процентной неопределенности ежегодного роста биомассы в показателях углерода на единицу площади (т.е. объединенная неопределенность $G_{TOTAL} \cdot CF$), то:

$$U_{G_{TOTAL}} = \sqrt{U_{G_{TOTAL}}^2 + U_{CF}^2},$$

$$U_{G_{TOTAL}} = \sqrt{50\%^2 + 2\%^2} = 50.04\%.$$

Перед тем как можно будет рассчитывать объединенные неопределенности информации о деятельности A_{FF} (лесная площадь, остающаяся лесной площадью) и коэффициенты выбросов (ежегодный рост биомассы в показателях углерода - G_{TOTAL}) необходимо определить, имеется ли корреляция между ними. В этом примере входные данные взяты из независимых источников, и разумно предположить, что они не являются коррелированными. Соответственно, может быть использовано уравнение 5.2.1 для получения $U_{\Delta C_{FFG}}$ следующим образом:

$$U_{\Delta C_{FFG}} = \sqrt{U_{A_{FF}}^2 + U_{G_{TOTAL}}^2},$$

$$= \sqrt{20\%^2 + 50.04\%^2} = 53,8\%,$$

где:

$U_{\Delta C_{FFG}}$ = процентная неопределенность изменения в запасах углерода,

$U_{A_{FF}}$ = процентная неопределенность оценок лесной площади.

Лесная площадь, переустроенная в пастбище

Необходимо также оценить неопределенность, связанную с изменениями накопления углерода в результате изменения в землепользовании. В зависимости от источника, типа и плотности данных оценки статистической ошибки могут оказаться, вероятно, невозможными, и будет использовано заключение экспертов. В этом примере, поскольку определено предполагается, что накопление углерода сразу после переустройства C_{After} равно нулю, неопределенность изменений накопления углерода, рассчитанная при помощи уравнения 3.4.13, характеризуется тремя компонентами: неопределенностью в накоплении углерода непосредственно перед переустройством U_{C_F} , (F = Лес), неопределенностью накопления углерода пастбищной растительностью после переустройств U_{C_G} , (G = Пастбище) и неопределенностью, связанной с оценкой площади, которая подверглась переустройству - $U_{A_{FG}}$. Применяя уравнение 5.2.2 и значения для накоплений углерода, а также неопределенности, приведенные в примере этапа 1 выше, процентная неопределенность изменения накопления углерода на один гектар U_{Φ} оценивается следующим образом:

$$U_{\Phi} = \frac{\sqrt{(U_{C_F} \cdot C_F)^2 + (U_{C_G} \cdot C_G)^2}}{|C_F + C_G|},$$

$$= \frac{\sqrt{(24\% \cdot (-80))^2 + (60\% \cdot 3)^2}}{|-80 + 3|} = 25\%.$$

Общая неопределенность для изменения накопления углерода биомассы для этого упрощенного примера изменения в землепользовании рассчитывается затем при помощи уравнения 5.2.1, сочетающего неопределенность в изменении накопления углерода на один гектар с неопределенностью в оценке переустроенной площади, которая, как предполагается в нашем примере, составляет 30%. Следовательно:

$$U_{\Delta C_{FG}} = \sqrt{U_{A_{FG}}^2 + U_{\Phi}^2},$$

$$= \sqrt{30\%^2 + 25\%^2} = 39\%.$$

Этап 3. Оценка общих неопределенностей сектора ЗИЗЛХ

В этом простом примере неопределенность сектора ЗИЗЛХ оценивается путем объединения неопределенностей оценок двух видов деятельности. Неопределенности для случая реальной ситуации с большим количеством оценок категории могут объединяться аналогичным образом.

Общая неопределенность в этом примере		
Категория землепользования	Оценка ассоциированного изменения накопления углерода (тонны C/год)	$U_{\Delta C}$
Лесная площадь, остающаяся лесной площадью	15 500 000	53,8%
Лесная площадь, переустроенная в пастбище	-38 500	39%
Всего	15 461 500	54%

Общая неопределенность оценивается затем при помощи уравнения 5.2.2 следующим образом:

$$U_{\text{TOTAL}} = \frac{\sqrt{(53.8\% \cdot 15500000)^2 + (39\% \cdot (-38500))^2}}{|15500000 + (-38500)|} = 54\%.$$

Общая неопределенность из этих двух видов деятельности в секторе ЗИЗЛХ, в случае выражения в виде процентной неопределенности, составляет 54%. Неопределенность, выраженную в виде относительной среднеквадратической ошибки оценки, получают путем деления процентной неопределенности на два. Следует отметить, что эта формула предполагает наличие корреляции между оценками ввиду использования идентичных коэффициентов преобразования и разрастания для обоих видов деятельности. На практике, однако, эта корреляция может быть незначительной. Если это не так, то расчеты следует проводить для независимых выборок, например, при анализе неопределенности на уровне 2 (таком как анализ методом Монте-Карло).

Этап 4. Объединение неопределенностей ЗИЗЛХ с неопределенностями других категорий источников

И наконец, оценка неопределенностей для сектора ЗИЗЛХ может объединяться с оценками неопределенностей для других категорий источников путем использования либо метода уровня 1, либо метода уровня 2.

5.2.5 Отчетность и документация

Общая рекомендация в отношении отчетности, которая дается в *ПУЭП2000*, применима также к сектору ЗИЗЛХ. Результат анализа неопределенности на уровне 1 для сектора ЗИЗЛХ может быть сообщен путем добавления строк в соответствующие категории сектора ЗИЗЛХ, содержащиеся в таблице 6.1 раздела 6.3 главы 6 *ПУЭП2000*, с учетом руководящих указаний, содержащихся в подразделе 6.3.2 в *ПУЭП2000*.

Согласно *ПУЭП2000*, данный анализ может быть осуществлен с использованием выбросов эквивалента CO_2 , рассчитанных при помощи потенциалов глобального потепления (ПГП), описанных в решении 2/СР.3 КСЗ.²

² Эта методология также обычно применяется с использованием других схем взвешивания.

5.3 ВЫБОРКА

5.3.1 Введение

Данные для сектора ЗИЗЛХ часто получают из выборочных обследований, и обычно они используются для оценки изменений в землепользовании или накоплениях углерода. К числу показательных примеров используемых типов обследований относятся национальные лесные кадастры. В настоящем разделе содержатся *руководящие указания по эффективной практике* использования данных из выборочных обследований для представления информации о выбросах и абсорбции парниковых газов, а также для планирования выборочных обзоров с целью получения данных для этих целей. Выборка также имеет важное значения для мониторинга проектов по линии Киотского протокола, и в главе 4 содержатся конкретные рекомендации, соответствующие этому разделу. В данном разделе содержатся *руководящие указания по эффективной практике* в отношении:

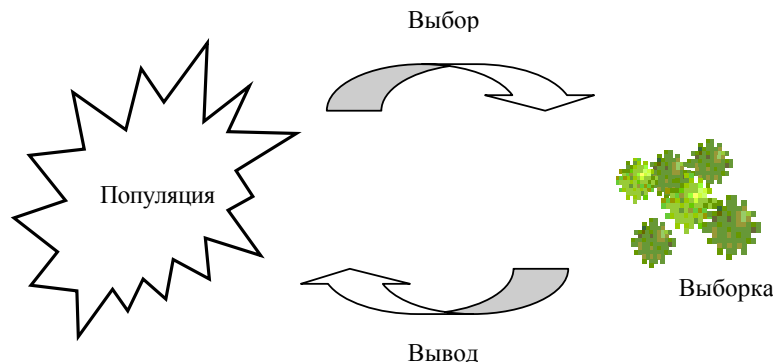
- Обзора принципов выборки (подраздел 5.3.2);
- Модели выборки (подраздел 5.3.3);
- Методов выборки для оценки площади (подраздел 5.3.4);
- Методов выборки для оценки выбросов и абсорбции парниковых газов (подраздел 5.3.5);
- Неопределенностей в обзорах на основе выборки (подраздел 5.3.6).

Полезная общая библиография по вопросам выборки включает: Raj (1968), Cochran (1977), De Vries (1986), Thompson (1992), Särndal *et al.* (1992), Schreuder *et al.* (1993), Reed and Mroz (1997), and Lund (1998).

5.3.2 Обзор принципов выборки

Выборка дает информацию обо всей популяции благодаря проведению наблюдений за ее частью, а именно выборкой (см. рисунок 5.3.1). Например, изменения углерода в древесной биомассе на региональном или национальном уровнях могут оцениваться по данным роста, смертности и рубки деревьев на ограниченном количестве выборочных делянок. Теория выборки обеспечивает затем средства для масштабирования информации с выборочных делянок до избранного географического уровня. Смоделированная должным образом выборка может в значительной мере повысить эффективность использования ресурсов кадастра. Кроме того, проведение выборки на местах обычно необходимо при подготовке кадастров ЗИЗЛХ, поскольку, даже в том случае, если данные дистанционного зондирования обеспечивают полный территориальный охват, будет существовать необходимость в наземных данных с выборочных участков для интерпретации и проверки достоверности.

Рисунок 5.3.1 Принцип выборки



Стандартная теория выборки основана на случайном выборе образца в рамках популяции; каждая единица популяции характеризуется конкретной вероятностью включения в выборку. Таким образом обстоит дело в тех случаях, когда выборочные участки совершенно случайно распределяются в пределах района или когда участки распределены в пределах систематической сетки, если позиционирование сетки является случайным.

Случайная выборка снижает риск погрешности и дает возможность дать объективную оценку неопределенности оценок. Поэтому случайно выбранные данные следует обычно использовать там, где они имеются, или при проведении новых обследований.

Выборки могут также осуществляться на субъективно выбранных местах, которые, как предполагается, являются репрезентативными для данной популяции. Это называется субъективной (или целевой) выборкой, и данные, полученные в результате подобных обследований, часто используются в кадастрах парниковых газов (т.е., когда наблюдения с мест проведения обследования, которые не были выбраны случайно, используются для представления всей категории или подразделения земель). При этих условиях наблюдения в отношении, например, вида леса могут, вероятно, экстраполироваться применительно к тем районам, для которых они не являются репрезентативными. В то же время из-за ограниченных ресурсов кадастров парниковых газов может оказаться необходимым использование данных также из субъективно выбранных площадок или исследовательских делянок. В этом случае *эффективная практика* заключается в идентификации в консультации с учреждениями, отвечающими за данные площадки или участки, земельных площадей, для которых субъективные выборки могут рассматриваться в качестве репрезентативных.

5.3.3 Модель выборки

Модель выборки определяет то, каким образом происходит выбор единиц выборки (площадок или участков) из популяции и, соответственно, какие процедуры статистической оценки следует применять для подготовки заключений на основе данной выборки. Модели случайной выборки можно разделить на две основные группы в зависимости от того, проводится ли или нет *стратификация* популяции (т.е. подразделение перед выборкой) на основе использования вспомогательной информации. Стратифицированные обследования, как правило, будут более эффективными с точки зрения того, какая степень точности может быть достигнута при определенных расходах. С другой стороны, они, как правило, являются несколько более сложными, что увеличивает риск ошибок невыборки, вызванных неправильным использованием собранных данных. При создании моделей выборки следует стремиться к достижению четкого компромисса между простотой и эффективностью и этому могут способствовать нижеследующие три аспекта *эффективной практики*:

- использование вспомогательных данных и стратификации;
- систематическая выборка;
- постоянные выборочные участки и данные временного ряда.

5.3.3.1 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ И СТРАТИФИКАЦИИ

Одной из наиболее важных моделей выборки, которая включает вспомогательную информацию, является *стратификация*, при которой популяция делится на подпопуляции на основе *вспомогательных данных*. Эти данные могут состоять из сведений о юридических и административных границах или границах лесных администраций, которые будут эффективными для проведения отдельной выборки, или карт и данных дистанционного зондирования, при помощи которых проводится различие между возвышенными и низменными районами или разными типами экосистем. Поскольку стратификация предназначена для повышения эффективности, *эффективная практика* заключается в использовании вспомогательных данных, если подобные данные имеются или могут быть получены при низких дополнительных расходах.

Стратификация повышает эффективность двумя способами: i) повышением точности оценки для всей популяции; и ii) обеспечением получения адекватных результатов для определенных подпопуляций (например, для некоторых административных регионов).

По первому вопросу, стратификация повышает эффективность выборки, если подразделение популяции проводится таким образом, чтобы изменчивость между единицами в пределах слоя уменьшилась по сравнению с изменчивостью в пределах всей популяции. Например, страна может быть разделена на низменный регион (с определенными характеристиками представляющих интерес категорий землепользования) и нагорных регион (с иными характеристиками соответствующих категорий). Если каждый слой является однородным, то точную общую оценку можно получить, используя лишь ограниченную выборку из каждого слоя. Второй вопрос имеет важное значение для целей обеспечения результатов с конкретной степенью точности для всех представляющих интерес административных регионов, но также и в том случае, если выборочные данные должны быть использованы вместе с другими существующими комплектами данных, которые могут быть собраны, используя разные протоколы при тех же самых административных или юридических границах.

Использование данных дистанционного зондирования или карт для идентификации границ слоев (подразделения класса землепользования должны включаться в выборочное обследование) могут вносить

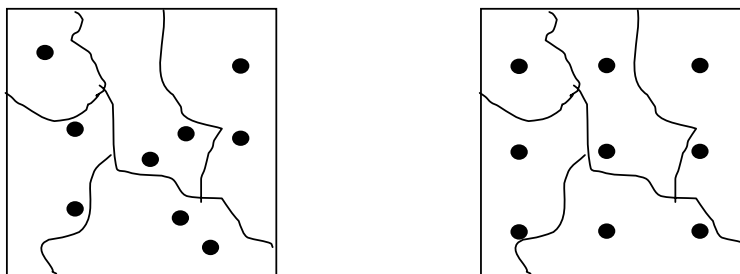
ошибки в тех случаях, когда некоторые районы могут быть неправильно классифицированы в качестве относящихся к данному слою, хотя при этом будут отсутствовать другие районы, которые действительно принадлежат к данному конкретному классу. Ошибки подобного рода могут привести к появлению существенной погрешности в конечных оценках, поскольку в подобном случае район, идентифицированный для выборки, не будет соответствовать целевой популяции. В тех случаях, когда существует очевидная опасность сделать подобные ошибки, *эффективная практика* заключается в подготовке оценки потенциальных последствий подобных ошибок путем использования наземных контрольных данных.

Если данные для представления информации о выбросах или абсорбции парниковых газов берутся из существующих крупномасштабных кадастров, таких как национальные лесные кадастры, следует применять стандартные процедуры оценки этого кадастра, поскольку они основаны на надежных статистических принципах. Кроме того, *постстратификация* (т.е. определение слоев на основе данных дистанционного зондирования или вспомогательных картографических данных после проведения обследования на местах) означает, что возможным может оказаться использование новых вспомогательных данных для повышения эффективности без изменения базовой полевой модели (Dees *et al.* 1998). Благодаря использованию этого принципа оценки можно избежать опасности появления погрешности, о которой говорится в предыдущем абзаце.

5.3.3.2 СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ВЫБОРКА

При проведении обследований лесного хозяйства или землепользования на основе выборки используются выборочные точки или участки, на которых могут быть зарегистрированы представляющие интерес характеристики. Один из важных вопросов в данном случае касается плана этих точек или участков. Часто целесообразно распределить участки по маленьким группам, с тем чтобы свести к минимуму путевые расходы при охвате обширных территорий, на которых проводится выборочное обследование. При проведении кластерной выборки расстояние между участками должно быть достаточно большим для того, чтобы избежать значительной корреляции между участками, учитывая при этом размер насаждений (для лесной выборки). Важное значение имеет вопрос о том, следует ли готовить план участков (или кластеров участков) полностью случайно или систематически, используя для этого постоянную сетку, которая произвольно располагается над представляющим интерес район (см. рисунок 5.3.2). В целом эффективно использовать систематическую выборку, поскольку в большинстве случаев это повысит точность оценок. Систематическая выборка также упрощает работу на местах.

Рисунок 5.3.2 Простой случайный план расположения участков (слева) и систематический план (справа)



Несколько упрощенное объяснение причины того, почему систематическая случайная выборка обычно превосходит простую случайную выборку, заключается в том, что выборочные участки будут распределены равномерно по всем частям целевого района.³ При простой случайной выборке некоторые части района могут иметь многочисленные участки, в то время как в других частях вообще могут отсутствовать какие-либо участки.

³ В необычных случаях, когда на территории существует постоянная модель, которая может совпадать с рамками систематической сетки, систематическая выборка может привести к получению менее точных оценок по сравнению с простой случайной выборкой. В то же время подобные потенциальные проблемы могут быть, как правило, разрешены путем ориентации системы сетки в ином направлении.

5.3.3.3 ПОСТОЯННЫЕ ВЫБОРОЧНЫЕ УЧАСТКИ И ДАННЫЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА

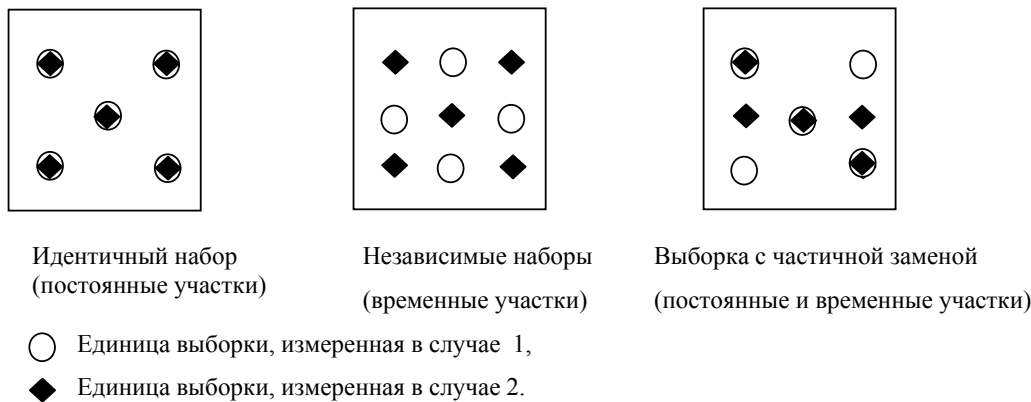
Кадастры парниковых газов должны содержать оценки как текущего состояния, так и изменений во времени (например, в районах разных типов землепользования и накоплений углерода). Оценка изменений имеет наиболее важное значение и связана с проведением повторных выборок во времени. Временной интервал между измерениями должен определяться на основе частоты событий, которые вызывают изменения, а также требований к представлению отчетности. Обычно выборочные интервалы в 5-10 лет являются достаточными в секторе ЗИЗЛХ, и во многих странах данные хорошо организованных обследований уже имеются в течение многих десятилетий, особенно в лесном секторе. Тем не менее, поскольку оценки для отчетности требуются на ежегодной основе, необходимо будет применять методы интерполяции и экстраполяции соответствующего вида, описанные в разделе 5.6. Если отсутствуют достаточно продолжительные временные ряды, необходимо будет, возможно, провести обратную экстраполяцию во времени для отражения динамики изменений накопления углерода, используя для этого *руководящие указания по эффективной практике*, изложенные в разделе 3.6, в сочетании с *руководящими указаниями по эффективной практике*, содержащимися в главах 3 и 4, относительно тех периодов, которые необходимы, и тех предположений, которые должны быть сделаны.

При проведении повторной выборки в каждом случае оцениваются необходимые данные, касающиеся текущего состояния районов или накоплений углерода. После этого изменения оцениваются посредством расчета разности между состоянием в момент времени $t+1$ и состоянием в момент времени t . Для оценки изменений могут применяться три общие модели выборки:

- в обоих случаях используются одни и те же единицы выборки (постоянные единицы выборки);
- в обоих случаях используются разные независимые наборы единиц выборки (временные единицы выборки);
- некоторые единицы выборки могут заменяться время от времени, в то время как другие остаются теми же самыми (выборка с частичной заменой).

Эти три подхода показаны на рисунке 5.3.3.

Рисунок 5.3.3 Использование различных конфигураций постоянных и временных единиц выборки для оценки изменений



Постоянные выборочные участки обычно являются более эффективными при оценке изменений по сравнению с временными, поскольку легче отличать фактические тенденции от различий, которые вызваны лишь изменением в выборе участка. В то же время имеются определенные риски при использовании постоянных выборочных участков. Если местоположение постоянных выборочных участков становится известными управляющим землями (например, в результате визуальной разметки участков), имеется опасность того, что управление постоянными участками будет отличаться от управления другими территориями. Если это произойдет, то эти участки не будут более репрезентативными, и возникает очевидная опасность того, что в результате будет внесена погрешность. Если предполагается, что может появиться, вероятно, опасность подобного рода, то *эффективная практика* заключается в оценке некоторых временных участков в качестве контрольной выборки, с тем чтобы определить возможное отклонение условий на этих участках от условий на постоянных участках.

Использование выборки с частичной заменой может решить некоторые потенциальные проблемы, связанные с использованием постоянных участков, поскольку имеется возможность замены участков, к которым, как

предполагается, применялся иной режим. Может быть использована выборка с частичной заменой, хотя процедуры оценки будут усложнены (Scott and Köhl 1994; Köhl *et al.* 1995).

Если используются только временные участки, то все еще существует возможность оценки общих изменений, однако невозможно будет продолжать исследование переходов в землепользовании между разными классами, пока не появится возможность включения в данную выборку фактора времени. Это может быть сделано на основе вспомогательных данных, например карт, дистанционного зондирования или административных записей о состоянии земель в прошлом. Это внесет дополнительную неопределенность в оценку, которая может с трудом поддаваться количественному определению иным способом, нежели использование заключения экспертов.

5.3.4 Методы выборки для оценки площадей

В главе 2 представлены разные подходы к оценке площадей или изменений в площадях классов землепользования. Многие из этих подходов основаны на проведении выборки. Площади или изменения в площадях могут оцениваться с использованием выборки двумя способами:

- оценка через доли;
- прямая оценка площади.

Первым подходом предусматривается, что общая площадь района обследования известна и что выборочное обследование дает только доли разных классов землепользования. Второй подход не требует наличия данных об общей площади.

Оба подхода предусматривают оценку данного количества выборочных единиц, расположенных в районе кадастра. Отбор выборочных единиц может осуществляться путем использования простой случайной выборки или систематической выборки (см. рисунок 5.3.2). Систематическая выборка обычно повышает точность оценок площадей, особенно если разные классы землепользования разбросаны по крупным делянкам. Для повышения эффективности оценок площадей может также применяться стратификация, рассмотренная в подразделе 5.3.3.1; в этом случае *эффективная практика* заключается в осуществлении в каждом слое отдельным образом описанных ниже процедур.

При оценке через доли предполагается, что выборочные единицы представляют собой безразмерные точки, хотя при определении класса землепользования должна учитываться небольшая площадь вокруг каждой точки. Выборочные участки могут также использоваться для оценки площадей, хотя этот принцип не рассматривается далее в этом документе более подробным образом.

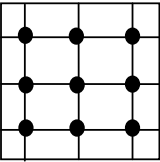
5.3.4.1 ОЦЕНКА ПЛОЩАДЕЙ ЧЕРЕЗ ДОЛИ

Общая площадь района кадастра обычно известна. В этом случае оценка площадей разных классов землепользования может быть основана на оценках долей площадей. Если применяется этот подход, то площадь кадастра охватывается определенным количеством выборочных точек, и для каждой из них определяется вид землепользования. После этого рассчитывается доля каждого класса землепользования путем деления количества точек, расположенных в конкретном классе, на общее количество точек. Оценки площадей для каждого класса землепользования получают путем умножения доли каждого класса на общую площадь.

В таблице 5.3.1 приводится пример этой процедуры. Среднеквадратическую ошибку в оценке площадей получают при помощи формулы $A\sqrt{(p_i \cdot (1-p_i))/(n-1)}$, где p_i – это доля точек в конкретном классе землепользования, A – известная общая площадь, и n – общее количество выборочных точек⁴. Девяносто пяти процентный доверительный интервал для A_i , оценочная площадь класса землепользования i , будут заданы приблизительно на уровне \pm двукратная среднеквадратическая ошибка.

⁴ Отметим, что эта формула является лишь приближительной в случае применения систематической выборки.

ТАБЛИЦА 5.3.1
ПРИМЕР ОЦЕНКИ ПЛОЩАДЕЙ ЧЕРЕЗ ДОЛИ

Процедура выборки	Оценка долей	Оцененные площади классов землепользования	Среднеквадратическая ошибка
	$p_i = n_i / n$	$A_i = p_i \cdot A$	$s(A_i)$
	$p_1 = 3/9 \cong 0,333$	$A_1 = 300$ га	$s(A_1) = 150,0$ га
	$p_2 = 2/9 \cong 0,222$	$A_2 = 200$ га	$s(A_2) = 132,2$ га
	$p_3 = 4/9 \cong 0,444$	$A_3 = 400$ га	$s(A_3) = 158,1$ га
	Сумма = 1.0	Всего = 900 га	

где:

- A = общая площадь (= 900 га в данном примере),
- A_i = оценочная площадь класса i землепользования,
- n_i = количество точек, расположенных в классе i землепользования,
- n = общее количество точек.

Оценки площадей, на которых осуществляются изменения в землепользовании, могут быть проведены путем введения классов типа A_{ij} , когда в период между последовательными обследованиями происходит изменение в землепользовании от класса i к классу j .

5.3.4.2 ПРЯМАЯ ОЦЕНКА ПЛОЩАДИ

В любом случае, когда известна общая площадь кадастра, целесообразно оценить площади и изменения в площадях через оценку долей, поскольку благодаря этой процедуре будет получена наивысшая точность. В тех случаях, когда общая площадь кадастра неизвестна, или связана с неприемлемой неопределенностью, может применяться альтернативная процедура, которая заключается в прямой оценке площадей разных классов землепользования. Этот подход может быть использован только при применении систематической выборки; каждая выборочная точка будет представлять площадь, соответствующую размеру ячейки сетки плана выборки.

Например, при избрании точек выборки из квадратной систематической сетки с расстоянием в 1000 метров между точками, каждая точка выборки будет представлять площадь $1 \text{ км} \cdot 1 \text{ км} = 100$ га. Таким образом, если в конкретный представляющий интерес класс землепользования входят 15 участков, то оценочная площадь составит $15 \cdot 100 \text{ га} = 1500$ га.

5.3.5 Методы выборки для оценки выбросов и абсорбции парниковых газов

Выборка не только необходима для оценки площадей, но также и для оценки состояния накоплений углерода и выбросов и абсорбции парниковых газов. Для обеспечения основы для этого на участках проводится оценка таких переменных, как древесная биомасса и содержание углерода почвы. Измерения этих количеств могут проводиться непосредственно на месте или путем лабораторного анализа образцов или выводиться путем использования моделей, основанных на согласованных переменных (таких как стандартные измерения высоты и диаметра деревьев), для получения данных о фактическом накоплении или выбросах и абсорбции парниковых газов на уровне участка.

В отношении использования выборки для прямой оценки выбросов или абсорбции парниковых газов могут быть даны только общие руководящие указания. По сравнению с традиционными кадастрами лесов или землепользования оценки участков характеризуются несколько более сложным характером, особенно для пула углерода почвы. Важным вопросом обследований с помощью случайной выборки является план расположения участков, например измерение деревьев или взятие образцов почвы. Важно, чтобы этот план расположения осуществлялся в соответствии со строгими процедурами вместо того, чтобы проводящим обследование лицам предоставлялась возможность выбирать соответствующие места для проведения измерений или взятия образцов.

Часто кадастры парниковых газов будут включаться в постоянные программы мониторинга лесов или землепользования. В этом случае *эффективная практика* обычно заключается в использовании установленных

процедур этих кадастров как для целей оценки представляющих интерес количеств, так и соответствующих неопределенностей. В то же время в таком случае необходимо учитывать влияние ошибок моделей переустройства на его конечных этапах (например, при применении коэффициентов разрастания биомассы). Этот вопрос рассматривается далее в следующем разделе.

5.3.6 Неопределенности в обследованиях на основе выборки

Методы, описанные в главах 3 и 4, связаны с диапазонами неопределенностей по умолчанию для представленных величин по умолчанию, и в разделе 5.2 настоящей главы дается описание того, каким образом объединять неопределенности для того, чтобы дать оценку общей неопределенности кадастра. Если составляющее кадастр учреждение пользуется величинами по умолчанию, они могут иметь отношение к диапазонам неопределенностей, изложенным в главах 3 и 4. При использовании, однако, методов более высокого уровня, составляющее кадастр учреждение нередко будет пользоваться значениями, относящимися к конкретной стране, и данными, полученными из исследований, обзора литературы, проведения выборок на местах или данными дистанционного зондирования. Если используются данные по конкретной стране, то составляющим кадастры учреждениям необходимо разработать свои собственные оценки неопределенностей, основанные на заключении экспертов, или, если использовалась выборка, основанные на прямой оценке точности полученных данных или оценок.

Возможность выведения оценок неопределенностей на основе официальных статистических процедур является весьма важным преимуществом применения процедур выборки по сравнению с другими методами; достоверность информации может оцениваться на основе полученных данных.

Таким образом, если данные, полученные при помощи случайной выборки, используются для целей представления информации для кадастра парниковых газов, *эффективная практика* заключается в обосновании оценки неопределенностей на принципах выборки, а не на использовании величин по умолчанию или заключения экспертов. Эти неопределенности могут быть объединены затем с неопределенностями других данных или моделей, использованных в соответствии с руководящим указаниям, изложенными в разделе 5.2, этой главы.

В настоящем подразделе дается описание разных источников ошибок в выборочных обследованиях и их последствий для общей неопределенности в оценках. Приводятся *руководящие указания по эффективной практике* в отношении того, каким образом оценивать неопределенности в обследованиях на основе выборки. Обсуждение причин ошибок носит общий характер и имеет значение также в тех случаях, когда данные получены путем использования неслучайных схем выборки (например, данные с исследовательских участков), а затем масштабируются на основе оценок площадей для получения результатов на национальном уровне. При рассмотрении источников ошибок в первую очередь дается описание ошибок в оценках на уровне единицы выборки, а затем рассматриваются вопросы масштабирования до уровня оценок для определенной более крупной площади.

5.3.6.1 Типы ошибок

Как правило, для кадастров ЗИЗЛХ данные выборки получают с выборочных участков на местах. Для получения оценок более крупных площадей (например, страна) измерения, проведенные на уровне участка, необходимо масштабировать. На этих этапах могут произойти ошибки нескольких типов:

- Во-первых, при проведении любых измерений могут произойти ошибки, вызванные различными несовершенствами в методах или приборах. Ошибки измерения часто являются систематическими и всегда представляют собой отклонение в определенном направлении от истинного значения. Затем подобные ошибки будут распространяться в ходе масштабирования. Ошибки измерений могут также быть случайными. В таком случае средняя ошибка равна нулю, а отклонения с одинаковой степенью вероятности бывают как положительными, так и отрицательными. Ошибки измерений видов являются менее опасными по сравнению с систематическими ошибками, хотя они могут привести к систематическим ошибкам при использовании данных основных измерений в моделях для выведения представляющего интерес количества (например, объем дерева).
- Во-вторых, представляющие интерес количества не всегда измеряются непосредственным образом, и для их получения применяются модели. Например, количество углерода в дереве обычно рассчитывается сначала посредством выведения объема дерева на основе моделей, которые используют такие параметры, как порода деревьев, диаметр и высота, в качестве входных переменных, а затем используются другие модели или коэффициенты статического разрастания для преобразования объема в биомассу и биомассы в углерод. При применении моделей будут иметь место *ошибки моделей*, поскольку модели в редких случаях способны точно предсказать целевые количества. Ошибки моделей могут как случайными, так и

систематическими. Их размеры меняются, вероятно, в зависимости от значений входных переменных. Как показано в работе Gertner and Köhl (1992), систематические ошибки моделей иногда в значительной степени повышают общую неопределенность.

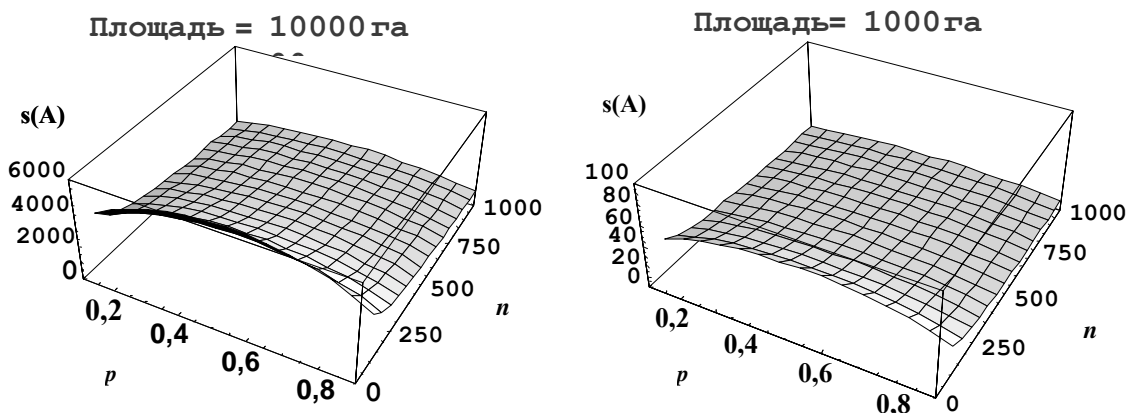
- Если результаты измерений на уровне участка масштабируются до некоторой более крупной площади, *ошибки выборки* имеют место вследствие того факта, что условия по этой более крупной площади меняются, а измерения производились только в выборочных местах. Усредненные условия в пределах избранных выборочных участков редко полностью совпадают с усредненными условиями в пределах всей представляющей интерес площади. Ошибки выборки (с использованием случайных моделей выборки и несмещенных оценок) бывают только случайными, и эти последствия могут быть уменьшены путем увеличения размера выборки, о чем говорится ниже и показано на рисунке 5.3.4.
- Если масштабирование основано на информации полного охвата (например в результате дистанционного зондирования), а не на обследовании путем выборки, неопределенность появится в результате неправильной классификации земельных площадей. Ошибки классификации могут быть выявлены и исправлены, если с целью исследования степени подобных ошибок проводится выборочное обследование. В таком случае обследования должны быть основаны на случайной выборке, с тем чтобы предотвратить вероятные систематические ошибки в субъективно определенной выборке.
- К числу ошибок последнего типа, которые могут произойти, относятся ошибки при регистрации и расчете данных. Эти ошибки являются менее техническими, однако они представляют собой потенциально важные источники неопределенностей в связи с обследованиями на основе выборок. Регистрация данных должна осуществляться непосредственно на используемых на местах компьютерах, или перенос регистрации данных с местных формуляров на компьютеры должен проводиться разными лицами независимым образом, с тем чтобы избежать ошибок регистрации. Расчеты необходимо проверять в соответствии с основными принципами обеспечения качества, изложенным в разделе 5.5. Последствия ошибок регистрации и расчетов с трудом поддаются оценке. Часто они выявляются и могут быть исправлены в тех случаях, когда они являются причиной основных отклонений от правдоподобных величин. Если они вызывают лишь незначительные отклонения, они могут оставаться, вероятно, необнаруженными.

5.3.6.2 РАЗМЕР ВЫБОРКИ И ОШИБКА ВЫБОРКИ

Связь между ошибками выборки, изменчивостью популяции и размером выборки является вполне понятной; увеличение размеров выборки ведет к повышению точности, а неоднородные популяции (т.е. популяции со значительным внутренним разбросом) требуют выборок более крупных размеров для достижения определенной точности. Если необходимо дать оценку долям площади, то ошибки выборки зависят не только от ее размера, но и от самой доли. Для данного размера выборки ошибка выборки будет наибольшей для долей класса землепользования $p = 0.5$; ошибка уменьшается, если p приближается к 0 или 1.

Влияние разных долей класса землепользования (от $p = 0,1$ до $p = 0,9$) и размеров выборки (от $n = 100$ до $n = 1000$) на ошибку выборки в оценке площади показано на рисунке 5.3.4 для двух разных размеров площадей (1000 га и 100 000 га).

Рисунок 5.3.4 Связь между среднеквадратической ошибкой в оценке площади $s(A)$, долей землепользования класса p и размером выборки n



5.3.6.3 КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОШИБОК В ОБСЛЕДОВАНИЯХ НА ОСНОВЕ ВЫБОРКИ

В фундаментальной теории выборки предполагается безошибочное соблюдение количественных величин, связанных с единицами популяции. Кроме того, предполагается непосредственная регистрация представляющих интерес переменных (например, абсорбция парниковых газов) на единицах выборки; таким образом нет необходимости учитывать наличие каких-либо ошибок, вызванных преобразованиями модели. В этом случае, если использовались адекватные статистические формулы оценки, то оценки итоговых величин на основе выборки (например, абсорбция парниковых газов на национальном уровне) являются несмещенными, а соответствующую точность можно оценить исходя из полученных данных.

Во многих случаях (например, проведение выборки для оценки площадей) вышеуказанные предположения могут считаться действительными, и тогда *эффективная практика* заключается в определении неопределенности оценок строго в соответствии с принципами теории выборки, учитывая при этом использованную модель выборки и формулу оценки. Подробная информация о подобных расчетах содержится в учебниках по проведению выборок, например учебниках, упомянутых в библиографии в подразделе 5.3.1. Ошибки моделей могут возникать в оценках общей неопределенности по разным причинам. Важное значение имеет тот случай, когда модели являются причиной только случайных ошибок на уровне отдельных единиц выборки (например, если модели биомассы применялись к данным о деревьях на уровне участка). В подобных ситуациях случайные ошибки модели усилят изменчивость между участками, что приведет к увеличению неопределенности общих оценок. В этом случае все же могут быть использованы стандартные методы оценки неопределенностей в соответствии с теорией выборки при наличии хорошей аппроксимации и без модификаций. Таким образом, в подобных условиях *эффективная практика* заключается в применении стандартной теории выборки для выведения оценок неопределенностей, а не подходов, описанных в разделе 5.2.

Если модели могут явиться, вероятно, причиной (неизвестных) систематических ошибок или если они использовались только на определенном конечном этапе преобразования (подобно применению коэффициентов разрастания биомассы к оценкам общего объема), следует учитывать внесенные неопределенности. В подобном случае *эффективная практика* заключается в использовании подхода уровня 1 или уровня 2, описанного в разделе 5.2, для выведения общей неопределенности.

В целом *эффективная практика* заключается в оценке применимости основных моделей для целевой популяции посредством проведения экспериментальных исследований. Если модели применяются к наборам данных, представляющих условия и процедуры измерений, которые в значительной степени отличаются от тех, для которых они были получены, то существует очевидный риск того, что модели явятся источником систематических ошибок.

Ошибки измерений могут привести к существенным систематическим ошибкам, особенно в случае оценки изменений путем повторных измерений и колебания уровня систематических ошибок во времени. Размер ошибок измерений может быть оценен только посредством тщательных контрольных измерений (на подвыборке участков), хотя подобные проверочные оценки трудно проводить в некоторых случаях (например, при обследовании почв). В том случае, если представление информации для кадастра парниковых газов основано на проведении выборки, *эффективная практика* заключается в осуществлении тщательных контрольных оценок (небольшой) доли участков, с тем чтобы оценить размер ошибок измерений. Эта доля может составлять порядка 1-10%, в зависимости от фактического размера выборки и стоимости контрольного обследования, а также уровня профессиональной подготовки и опыта проводящих обследование лиц.

Для некоторых переменных можно получить подлинные величины измерений благодаря весьма точным контрольным процедурам, и в подобных случаях цель должна состоять в оценке размера систематических ошибок измерений. В других случаях может оказаться невозможным измерить/оценить подлинную величину, и тогда следует представлять информацию только о расхождениях между данными, полученными разными проводящими обследование лицами.

В случае обнаружения крупных ошибок измерений в тщательно проведенном контрольном обследовании, *эффективная практика* заключается в исправлении этих ошибок до расчета окончательных оценок выбросов/абсорбции парниковых газов.

5.4 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ВЫБОР – ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ

5.4.1 Введение

В настоящей главе рассматривается вопрос о том, каким образом определять *ключевые категории*⁵ в национальном кадастре, включая ЗИЗЛХ. Методологический выбор отдельных категорий источников и поглотителей имеет важное значение для учета общей неопределенности кадастра. На схемах принятия решений, изложенных в главах 3 и 4 настоящего доклада, даются конкретные руководящие указания для каждой категории и каждого вида деятельности согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола с использованием концепции ключевых категорий. В целом неопределенность кадастра меньше, когда выбросы и абсорбция оцениваются методом более высокого уровня. В то же время это обычно требует значительных ресурсов для сбора данных, поэтому может оказаться практически нереальным использование методов более высокого уровня для каждой категории выбросов и абсорбции. Поэтому *эффективная практика* заключается в максимально эффективном использовании имеющихся ресурсов посредством определения тех категорий, которые имеют наибольшее значение для общей неопределенности кадастра. Благодаря определению этих *ключевых категорий* в национальном кадастре составляющие кадастры учреждения могут установить приоритетный порядок в своей деятельности и повысить качество своих общих оценок. *Эффективная практика* для каждого составляющего кадастры учреждения заключается в определении своих национальных *ключевых категорий* систематическим и объективным образом. Подобная процедура позволит повысить качество кадастра, а также достоверность подготовленных оценок выбросов.

В «Руководящих указаниях по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов» (РУЭП2000, МГЭИК 2000 г.) *ключевая категория источников* определяется как «категория, которая имеет приоритет в рамках системы национального кадастра, поскольку ее оценка оказывает значительное влияние на общий национальный кадастр прямых парниковых газов в исчислении абсолютного уровня выбросов, тенденции выбросов или и того, и другого». Концепция ключевых источников была первоначально разработана для выбросов, исключая сектор ЗИЗЛХ, и ее определение в РУЭП2000 дало возможность странам определять те категории источников, которые следует оценивать, используя более высокие уровни, если имеются достаточные ресурсы. В настоящем докладе данное определение расширено таким образом, чтобы охватывать выбросы из источников и абсорбцию поглотителями в секторе ЗИЗЛХ. В настоящем докладе в любом случае использования термина «ключевая категория», он включает как источники, так и поглотители. Включение категорий ЗИЗЛХ в анализ ключевых категорий способствует определению приоритетных задач по всем секторам национального кадастра, а также, в случае целесообразности, представлению дополнительной информации согласно Киотскому протоколу.

Любое составляющее кадастр учреждение, которое подготовило национальный кадастр парниковых газов, сможет определять *ключевые категории* с точки зрения их вклада в абсолютный уровень национальных выбросов. Для составляющих кадастры учреждений, которые подготовили временный ряд, количественное определение *ключевых категорий* должно включать оценку как абсолютного уровня, так и тенденции выбросов и абсорбции. Некоторые *ключевые категории* могут быть определены только в том случае, если учитывается их влияние на тенденцию национального кадастра.

Количественные подходы к определению *ключевых категорий* описаны в подразделе 5.4.2 (Количественные подходы к определению ключевых категорий). Дается описание как базового подхода в рамках уровня 1, так и подхода 2. Помимо количественного определения *ключевых категорий*, *эффективная практика* заключается в анализе качественных критериев, особенно если осуществляется оценка уровня или используются методы и оценки более низкого уровня. Описание этих качественных критериев содержится в подразделе 5.4.3 (Соображения качества). *Руководящие указания по эффективной практике*, изложенные в подразделах 5.4.2 и 5.4.3, применимы к полному кадастру выбросов и абсорбции. Для оценок, которые готовятся в соответствии со статьями 3.3 и 3.4 Киотского протокола, имеются дополнительные соображения, изложенные в подразделе 5.4.4. Руководящие указания по применению результатов содержатся в подразделе 5.4.5. В подразделе 5.4.7 дается

⁵ В РУЭП2000 эта концепция получила название «ключевых категорий источников» и была связана с кадастрами, включая сектор ЗИЗЛХ. В то же время, поскольку кадастр, включая сектор ЗИЗЛХ, может включать как выбросы, так и абсорбцию, термин «ключевая категория» используется в настоящем документе для более четкого отражения того факта, что он включает как источники, так и поглотители. В контексте кадастра РККИ ООН категориями являются категории землепользования, описанные в таблице 3.1.1 главы 3. В контексте Киотского протокола категорией является каждый вид деятельности, осуществляемой согласно статьям 3.3 и 3.4 (если он избирается).

описание процедуры выведения пороговых значений для уровня 1 и оценок тенденций с учетом сектора ЗИЗЛХ. И наконец, в подразделе 5.4.8 приводится пример применения анализа ключевой категории уровня 1.

5.4.2 Количественные подходы к определению ключевых категорий

В каждом национальном кадастре страны определенные категории имеют особое значение с точки зрения их вклада в общую неопределенность в кадастре. Определение этих *ключевых категорий* является важным для того, чтобы ресурсы, имеющиеся для подготовки кадастра, можно было распределять в приоритетном порядке и готовить наилучшие возможные оценки.

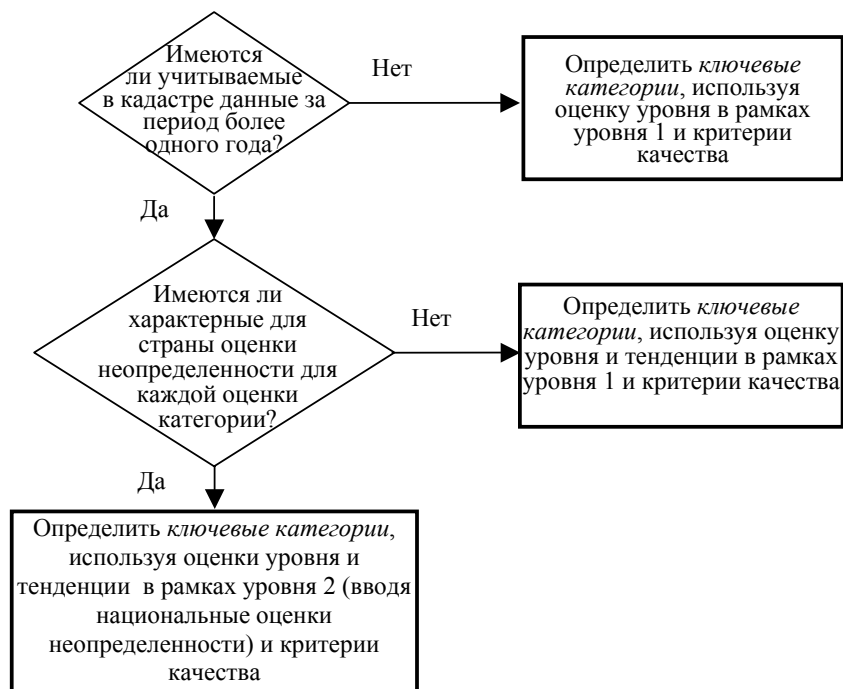
Дается описание двух уровней для проведения анализа ключевых категорий в соответствии с двухуровневым количественным подходом к определению ключевых категорий источников, описанных в главе 7 (Методологический выбор и пересчет) *ПУЭП2000*. В нижеследующих разделах этот подход адаптирован таким образом, чтобы стало возможным включение категорий ЗИЗЛХ. Подход, адаптированный с целью включения категорий ЗИЗЛХ, разработан таким образом, чтобы достигались три цели: i) обеспечение постоянной оценки ключевых категорий источников без ЗИЗЛХ (согласно описанию, данному в *ПУЭП2000*); ii) оценка относительной значимости категорий ЗИЗЛХ посредством их включения в общий анализ ключевых категорий; и iii) выполнение руководящих указаний и решений Конференций Сторон РКИК ООН и Киотского протокола относительно определения ключевых категорий.

С учетом этих целей количественный анализ категорий следует проводить следующим образом:

- i) Ключевые категории (источников) следует сначала определить для кадастра без охвата сектора ЗИЗЛХ (т.е. ключевые категории должны быть определены для таких секторов, как энергетика, промышленные процессы, использование растворителей и других продуктов, сельское хозяйство и отходы), следуя руководящим указаниям, содержащимся в главе 7 (Методологический выбор и пересчет) *ПУЭП2000*.
- ii) После этого анализ ключевых категорий следует повторить для полного кадастра, включая категории ЗИЗЛХ. Возможно, что некоторые не относящиеся к ЗИЗЛХ категории, определенные в качестве ключевых в первом анализе, не будут таковыми при включении категорий ЗИЗЛХ. В таком случае эти категории следует, тем не менее, рассматривать в качестве ключевых. В нескольких случаях в странах с незначительными результирующими выбросами или абсорбцией в секторе ЗИЗЛХ комплексный анализ может определить в качестве ключевых дополнительные категории, не относящиеся к сектору ЗИЗЛХ. В подобной ситуации анализ, выполненный для иных секторов, нежели ЗИЗЛХ, следует использовать для определения ключевых категорий в этих секторах, и не рассматривать в качестве ключевых дополнительные, не относящиеся к сектору ЗИЗЛХ категории, определенные в сводном анализе.

Любое учреждение, которое разработало по существу полный кадастр парниковых газов, может провести оценку уровня 1 для определения ключевых категорий источников или поглотителей для общего уровня выбросов. Те составляющие кадастры учреждения, которые разработали кадастры выбросов на период более одного года, будут также в состоянии провести оценку тенденции уровня 1 для определения ключевых категорий, которые оказывают влияние на тенденцию выбросов. При наличии значений неопределенностей категорий на национальном уровне или неопределенностей параметров, составляющие кадастры учреждения могут использовать уровень 2 для определения *ключевых категорий*. Подход уровня 2 является более подробным по сравнению с уровнем 1, и он, вероятно, сократит число определенных *ключевых категорий*. Подход уровня 1 может также учитывать большую сложность, например, проведение отдельной оценки ключевых данных о деятельности и параметров оценки. Если проведен анализ уровня 1 и уровня 2, то *эффективная практика* заключается в использовании результатов анализа уровня 2.

Рисунок 5.4.1 Схема принятия решений для определения ключевых категорий источников и поглотителей



На схеме принятия решений, показанной на рисунке 5.4.1 выше, дается пример того, каким образом составляющие кадастры учреждения могут определять тот подход, который необходимо использовать для определения *ключевых категорий*. Этот рисунок был составлен по рисунку 7.1 из главы 7 *РУЭП200*, и в него были внесены изменения, с тем чтобы сделать его применимым к сектору ЗИЗЛХ.

УРОВЕНЬ ОБОБЩЕНИЯ

Результаты анализа ключевых категорий будут наиболее полезными, если этот анализ проводится на соответствующем уровне детализации. Для сектора ЗИЗЛХ рекомендованным уровнем анализа является уровень системы градации категорий, используемой в главе 3, которая приводится в таблице 5.4.1 наряду с «особыми соображениями», которые обеспечивают дополнительную информацию по анализу ключевых категорий для категорий разных видов. Таблица 5.4.1 является адаптированным вариантом таблицы 7.1 из главы 7 *РУЭП2000*, с тем чтобы были включены категории сектора ЗИЗЛХ. Она воспроизводится с указанием всех включенных категорий источников и секторов, чтобы облегчить проведение комплексного анализа ключевых категорий. Каждая содержащаяся в таблице 5.4.1 категория деятельности в секторе ЗИЗЛХ охватывает несколько подкатегорий, и *эффективная практика* заключается в последующей оценке значимости этих подкатегорий для целей избрания надлежащих методов и определения порядка использования ресурсов. В соответствии с руководящими указаниями, содержащимися в *РУЭП2000*, *эффективная практика* заключается в определении подкатегорий в качестве ключевых, если на их долю приходится 25-30% общего объема выбросов или абсорбции данной категории. В таблице 3.1.3 главы 3 перечислены подкатегории, связанные с каждой категорией, приведенной в таблице 3.1.1. главы 3 для целей этого анализа. Например, изменения накопления углерода в почве и биомассе могут разграничиваться в рамках категории «лесных земель, остающихся лесными землями». Если страна готовит свои оценки, следуя категориям ИЗЛХ из *руководящих принципов МГЭИК*, то они могут отображать свои оценки в категории, перечисленные в таблице 5.4.1, следуя руководящим указаниям, изложенным в таблице 3.1.1 подраздела 3.1.2, и подробному описанию, которое дается в соответствующих разделах главы 3.

Страны могут принять решение о выполнении количественного анализа на уровне большей детализации. В подобном случае следует учитывать возможные корреляции (см. подход уровня 2 для оценок неопределенностей, описанный в разделе 5.2 – Идентификация и количественная оценка неопределенностей). При оценке неопределенностей и определении *ключевых категорий* предположения в отношении подобных корреляций должны быть одинаковыми. В таблице 5.4.1 показаны подкатегории, которые могут быть разграничены без необходимости учета корреляций.

При наличии данных анализ может быть выполнен для выбросов и абсорбции отдельным образом в рамках данной категории. Если это практически невозможно, то важное значение имеет применение качественных критериев для определения ключевых категорий в ситуациях, когда выбросы и абсорбция исключаются или почти исключаются. Критерии качества см. в разделе 5.4.3.

Таблица 5.4.1 ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МГЭИК КАТЕГОРИИ ИСТОЧНИКОВ/ПОГЛОТИТЕЛЕЙ ДЛЯ СЕКТОРА ЗИЗЛХ И ДРУГИХ СЕКТОРОВ ^a	
Категории источников/поглоителей, подлежащие оценке при анализе ключевой категории	Особые соображения
ЗИЗЛХ	
Лесные земли, остающиеся лесными землями	Оценить ключевые категории отдельно для CO ₂ , CH ₄ и N ₂ O. Если эта категория является ключевой, оценить значимость подкатегорий путем определения подкатегорий, вклад которых составляет 25-30% в общий объем выбросов или абсорбции данной категорией. Информацию о подкатегориях, связанных с каждой категорией, см. в таблицах 3.1.1 и 3.1.3 в главе 3.
Возделываемые земли, остающиеся возделываемыми землями	
Пастбища, остающиеся пастбищами	
Водно-болотные угодья, остающиеся водно-болотными угодьями	
Поселения, остающиеся поселениями	
Переустройство в лесные земли	
Переустройство в возделываемые земли	В дополнение к вышеизложенным руководящим указаниям оценить воздействие всего обезлесения, происходящего в пределах страны, в соответствии с качественными критериями, изложенными в шестом, помеченном черным кружком, подпункте подраздела 5.4.3.
Переустройство в пастбища	
Переустройство в водно-болотные угодья ^b	
Переустройство в поселения	
Переустройство в прочие земли	
ЭНЕРГЕТИКА	
Выбросы CO ₂ при стационарном сжигании топлива	Детализировать до уровня, на котором коэффициенты выбросов отличаются друг от друга. В большинстве кадастров это будут основные виды топлива. Если коэффициенты выбросов определяются независимо для некоторых подкатегорий источников, они должны быть отмечены в анализе.
Выбросы газов иных, нежели CO ₂ , при стационарном сжигании топлива	Оценивать CH ₄ и N ₂ O отдельно.
Мобильное сжигание топлива: дорожные транспортные средства	Оценивать CO ₂ , CH ₄ и N ₂ O отдельно.
Мобильное сжигание топлива: водный транспорт	Оценивать CO ₂ , CH ₄ и N ₂ O отдельно
Мобильное сжигание топлива: воздушный транспорт	Оценивать CO ₂ , CH ₄ и N ₂ O отдельно.
Выбросы в виде утечек при добыче и переработке угля	Если этот источник является ключевым, вероятно, что подземная добыча угля будет наиболее значимой подкатегорией источников.
Выбросы в виде утечек при работе с нефтью и газом	Эта категория источников включает в себя несколько подкатегорий источников, которые могут быть значимыми. Составляющему кадастр учреждению следует оценить эту категорию источников, если она является ключевой, и определить, какие подкатегории источников являются наиболее важными.
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ	
Выбросы CO ₂ при производстве цемента	
Выбросы CO ₂ при производстве извести	
Выбросы CO ₂ предприятиями черной металлургии	
Выбросы N ₂ O при производстве адипиновой кислоты и азотной кислоты	Оценивать адипиновую кислоту и азотную кислоту отдельно.
Выбросы ПФУ при производстве алюминия	
Выбросы шестифтористой серы (SF ₆) при производстве магния	
Выбросы SF ₆ электрооборудованием	
Выбросы SF ₆ из других источников SF ₆	
Выбросы SF ₆ при производстве SF ₆	

ТАБЛИЦА 5.4.1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ) ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МГЭИК КАТЕГОРИИ ИСТОЧНИКОВ/ПОГЛОТИТЕЛЕЙ ДЛЯ СЕКТОРА ЗИЗЛХ И ДРУГИХ СЕКТОРОВ ^a	
Выбросы ПФУ, ГФУ, SF ₆ при производстве полупроводников	Оценивать выбросы от всех соединений совокупности на взвешенной по ППП основе, поскольку все они используются в данном процессе аналогичным образом.
Выбросы заменителей озоноразрушающих веществ (заменители ОРВ)	Оценивать выбросы от всех ХФУ и ПФУ, используемых в качестве заменителей ОРВ в совокупности на взвешенной по ППП основе, учитывая важность наличия согласованного метода для всех источников ОРВ.
Выбросы ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22	
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО	
Выбросы CH ₄ в результате энтеральной ферментации домашнего скота	Если эта категория источников является ключевой, вероятно, что крупный рогатый скот, буйволы и овцы будут представлять собой наиболее значимые подкатегории источников.
Выбросы CH ₄ в результате уборки, хранения и использования навоза	Если эта категория источников является ключевой, вероятно, что крупный рогатый скот и свиньи будут представлять собой наиболее значимые подкатегории источников.
Выбросы N ₂ O в результате уборки, хранения и использования навоза	
Выбросы CH ₄ и N ₂ O в результате выжигания саванн	Оценивать CH ₄ и N ₂ O отдельно.
Выбросы CH ₄ и N ₂ O в результате сжигания сельскохозяйственных отходов	Оценивать CH ₄ и N ₂ O отдельно.
Прямые выбросы N ₂ O из пахотных почв	
Непрямые выбросы N ₂ O в результате применения азота в сельском хозяйстве	
Выбросы CH ₄ в результате производства риса	
ОТХОДЫ	
Выбросы CH ₄ со свалок твердых отходов	
Выбросы при обработке сточных вод	Оценивать CH ₄ и N ₂ O отдельно.
Выбросы при сжигании отходов	Оценивать CH ₄ и N ₂ O отдельно.
ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ	По мере возможности следует включать также и другие, не перечисленные выше источники прямых выбросов парниковых газов.
^a В некоторых случаях составляющие кадастр учреждения могут внести некоторые модификации в настоящий перечень категорий источников МГЭИК с целью отражения конкретных национальных условий.	
^b Накопители могут быть выделены в анализе.	

Анализ может быть выполнен с использованием эквивалентных CO₂ выбросов, рассчитанных с применением потенциалов глобального потепления (ППП), указанных *Руководящих принципах для подготовки национальных сообщений Сторон, включенных в приложение I к Конвенции, часть I – Руководящие принципы РКИК ООН для представления докладов о годовых кадастрах (Руководящие принципы РКИК ООН)*, и приложении к Киотскому протоколу.⁶ Каждый парниковый газ из каждой категории источников и поглотителей, следует рассматривать отдельно, если только не существует особых методологических причин для рассмотрения газов в совокупности. Например, в секторе ЗИЗЛХ оценки будут готовиться для выбросов или абсорбции CO₂, N₂O и CH₄. Оценка ключевой категории должна проводиться для каждого из этих газов отдельно, поскольку методы, коэффициенты выбросов и соответствующие параметры являются разными для каждого из этих газов.

⁶ Эта методология также в целом применима с использованием других схем взвешивания, однако пороговое значение для анализа уровня 1 было выведено на основе концепции ППП и может отличаться от других схем взвешивания.

5.4.2.1 МЕТОД УРОВНЯ 1 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ ИСТОЧНИКОВ И ПОГЛОТИТЕЛЕЙ

Метод уровня 1 для определения ключевых категорий позволяет оценить влияние различных категорий источников и поглотителей на *уровень* и, возможно, *тенденцию* национального кадастра парниковых газов. При наличии оценок национального кадастра за несколько лет *эффективная практика* заключается в оценке вклада каждой категории как в уровень, так и в тенденцию национального кадастра. Если имеется кадастр только за один год, то должна проводиться оценка уровня.

Метод уровня 1 может быть быстро завершен при помощи анализа сводных таблиц. Формат этого анализа показан в таблицах 5.4.2 и 5.4.3. Для оценок уровня и тенденции предлагаются отдельные сводные таблицы, поскольку необходимо сортировать результаты анализа по двум разным колонкам, а итоги процесса сортирования более сложно отслеживать, если анализы сводятся в одну и ту же таблицу. Для обеих таблиц используется формат, аналогичный формату, описанному в главе 6 *РУЭП2000* (МГЭИК, 2000) – Количественная оценка неопределенностей на практике. В подразделе 5.4.8 приводится пример применения подхода уровня 1.

ОЦЕНКА УРОВНЯ

Вклад каждой категории источников или поглотителей в общий уровень национального кадастра рассчитывается согласно уравнению 5.4.1:

<p>УРАВНЕНИЕ 5.4.1 ОЦЕНКА УРОВНЯ (УРОВЕНЬ 1)</p> <p>Оценка уровня ключевой категории = Оценка категории источников или поглотителей / Общий вклад</p> $L_{x,t}^* = E_{x,t}^* / E_t^*$

где:

$L_{x,t}^*$ = оценка уровня для источника или поглотителя x в год t . Звездочка (*) показывает, что вклады всех категорий (включая категории ЗИЗЛХ) вносятся в качестве абсолютных величин.

$E_{x,t}^*$ = $|E_{x,t}|$: абсолютная величина оценки выбросов или абсорбции категории x источников или поглотителей в год t ,

E_t^* = $\sum_x |E_{x,t}|$: общий вклад, который представляет собой сумму абсолютных величин выбросов и абсорбции в год t . Звездочка (*) показывает, что вклады всех категорий (включая категории ЗИЗЛХ) вносятся в качестве абсолютных величин.

Поскольку как выбросы, так и абсорбция вносятся с положительным знаком⁷, общий вклад может быть больше, чем общие выбросы страны за вычетом абсорбции.⁸

В таблице 5.4.2 приводится сводная таблица, которая может быть использована для оценки уровня. Эта сводная таблица должна применяться *в дополнение* к оценке источников иных секторов, нежели ЗИЗЛХ, как это показано в *РУЭП2000*, таблица 7.2 в главе 7 (Методологический выбор и пересчет). В подразделе 5.4.8 приводится пример применения метода уровня 1.

⁷ Абсорбция регистрируется с абсолютными значениями, чтобы избежать колеблющегося совокупного итогового значения $L_{x,t}$, как это может произойти в том случае, если абсорбция регистрируется с отрицательными знаками, и таким образом способствовать прямому толкованию количественного анализа.

⁸ Это уравнение может применяться в любой ситуации независимо от того, является ли национальный кадастр парниковых газов результирующим источником (что наиболее характерно) или результирующим поглотителем.

ТАБЛИЦА 5.4.2 Сводная таблица для анализа в рамках уровня 1 – оценка уровня, включая категории ЗИЗЛХ				
А	В	С	Д	Е
Категории источников/ поглотителей МГЭИК	Прямые парниковые газы	Оценка выбросов или абсорбции за базовый или текущий год (абсолютная величина)	Оценка уровня, включая ЗИЗЛХ, на основе колонки С	Совокупный итог колонки Д
Итого				

где:

Колонка А - перечень категорий источников и поглотителей МГЭИК (см. таблицу 5.4.1),

Колонка В - прямые парниковые газы,

Колонка С - выбросы или абсорбция каждого парникового газа за базовый или текущий год, в единицах эквивалента CO₂. Оценки абсорбции регистрировались с абсолютными значениями (положительные знаки),

Колонка Д - оценка уровня, включая ЗИЗЛХ, на основе колонки С с использованием уравнения 5.4.1,

Колонка Е - совокупный итог колонки Д.

В приведенной выше таблице результаты расчетов по уравнению 5.4.1, необходимых для оценки уровня, показаны в колонке Д. Таким образом, величину оценки уровня, включая ЗИЗЛХ, следует вносить в колонку Д для каждой категории. Все вносимые в колонку Д величины должны быть положительными, поскольку абсолютные величины поглотителей вносятся в колонку С для оценок абсорбции. Сумма всех вносимых в колонку Д величин заносится в общую строку этой таблицы (отметим, что этот общий итог не будет равен общему результирующему выбросу (или результирующей абсорбции)). После расчета данных, вносимых в колонку Д, категории следует рассортировать в нисходящем порядке величины и внести совокупный итог в колонку Е. Ключевые категории, включая ЗИЗЛХ, – это те категории, на долю которых при их суммировании в нисходящем порядке величины приходится до 95% итоговой величины колонки Д. Обоснование выбора порогового значения для метода уровня 1 объясняется в подразделе 5.4.7. Этот метод основан на РУЭП2000 и данных публикации Rypdal and Flugsrud (2001). Эффективная практика заключается также в тщательном рассмотрении категорий, отнесенных к пороговому значению 95-97%, учитывая при этом критерии качества (см. подраздел 5.4.3).

Оценка уровня должна проводиться за все годы, за которые имеются оценки для кадастра. Если предыдущие оценки для кадастра не изменились, то нет никакой необходимости пересчитывать результаты анализа за предыдущие годы. Однако если какие-либо оценки изменились или были пересчитаны, следует обновить результаты анализа за этот год. Любая категория, которая удовлетворяет пороговому значению в любой год, должна определяться как ключевая категория.

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИИ

Вклад каждой категории источников или поглотителей в тенденцию в общем кадастре может быть оценен согласно уравнению 5.4.2, если имеются данные для кадастра за период более одного года.

<p>УРАВНЕНИЕ 5.4.2⁹ ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИИ (УРОВЕНЬ 1)</p> <p>Оценка тенденции категории источников или поглотителей = (Оценка уровня категории источников или поглотителей) • (Тенденция категории источников или поглотителей – Общая тенденция) </p> $T_{x,t}^* = E_{x,t}^* / E_t \bullet \left \left[(E_{x,t} - E_{x,0}) / E_{x,t} \right] - \left[(E_t - E_0) / E_t \right] \right ,$

где:

$T_{x,t}^*$ = оценка тенденции, которая представляет собой вклад тенденции категории источников или поглотителей в тенденцию всего кадастра. Оценка тенденции всегда регистрируется как

⁹ Норвежское управление по контролю за загрязнением и публикация Рипдала и Флугсруда (2001 г.).

абсолютная величина, т.е. отрицательная величина всегда регистрируется как эквивалентная положительная величина. Звездочка (*) показывает, что, в отличие от уравнения 7.2 в главе 7 *РУЭП2000*, источники и поглотители сектора ЗИЗЛХ могут оцениваться посредством этого уравнения.

$E_{x,t}^*$ = $|E_{x,t}|$ абсолютная величина оценки выбросов или абсорбции категории x источников или поглотителей в год t ,

$E_{x,t}$ и $E_{x,0}$ = реальные величины оценок категории x источников или поглотителей в годы t и 0 , соответственно,

E_t и E_0 = $\sum_x E_{x,t}$ и $\sum_x E_{x,0}$ общие оценки кадастра в годы t и 0 , соответственно. E_t and E_0 отличаются от E_t^* и E_0^* в уравнении 5.4.1 тем, что абсорбция *не* регистрируется в качестве абсолютной величины.

Тенденция категории источников или поглотителей – это изменение в выбросах или абсорбции конкретной категории источников во времени, рассчитанное путем вычитания оценочного значения за базовый год (год 0) для категории x источников или поглотителей из оценочного значения за текущий год (год t) и последующего деления на оценочное значение за текущий год.¹⁰

Общая тенденция - это изменение в общих учитываемых в кадастре выбросах (или абсорбции) во времени, рассчитанное путем вычитания оценочного значения общих учитываемых в кадастре выбросов за базовый год (год 0) из оценочного значения за текущий год (год t) и последующего деления на оценочное значение на текущий год.

В тех случаях, когда выбросы текущего года для данной категории равны 0, это выражение может быть переформулировано, с тем чтобы не допустить попадания 0 в знаменатель (уравнение 5.4.3)¹¹.

УРАВНЕНИЕ 5.4.3
ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИИ ПРИ НУЛЕВЫХ ВЫБРОСАХ ЗА ТЕКУЩИЙ ГОД¹²

$$T_{x,t}^* = |E_{x,0} / E_t|$$

Оценка тенденции позволит определить категории, которые имеют тенденцию, отличную от тенденции общих выбросов. Поскольку отличия в тенденции от уровня общих выбросов более значительны для более крупных категорий выбросов и абсорбции (в абсолютных показателях), результаты отличия конкретной тенденции (т.е. тенденция категории минус общая тенденция) умножаются на $|E_{x,t}^*| / E_t$, с тем чтобы обеспечить надлежащее взвешивание. Таким образом, ключевыми категориями будут те категории, в которых тенденции категории значительно отклоняется от общей тенденции при взвешивании путем умножения на уровень выбросов или абсорбции конкретной категории.

Таблица 5.4.3 представляет собой сводную таблицу, которая может быть использована для оценки тенденции. Эта сводная таблица должна применяться *в дополнение* к оценке не связанных с ЗИЗЛХ источников, описанных в *РУЭП2000*, глава 7 – Методологический выбор и пересчет, таблица 7.3. В подразделе 5.4.8 приводится пример применения метода уровня 1.

¹⁰ Хотя общепринятым является рассмотрение темпов роста в виде $(E_t - E_0) / E_0$, где темпы роста измеряются от первоначального значения в год 0, была разработана функциональная форма уравнения 7.2 в главе 7 *РУЭП2000* в целях сведения к минимуму случаев деления на 0 и обеспечения возможности для проведения анализа значимости категорий источников с очень низкими выбросами в базовый год (например, заменителей озоноразрушающих веществ).

¹¹ Хотя это уравнение не приводится в *РУЭП2000*, оно также в целом применимо к категориям иным, нежели ЗИЗЛХ, поскольку оно было выведено из уравнения 5.4.2.

¹² Эти результаты применяются, когда $E_{x,t}=0$ подставляются в уравнение 5.4.2.

Таблица 5.4.3						
Сводная таблица для анализа в рамках уровня 1 – оценка тенденции, включая категории ЗИЗЛХ						
А	В	С	Д	Е	Ф	Г
Категории источников/поглотителей МГЭИК	Прямые парниковые газы	Оценка за базовый год	Оценка за текущий год	Оценка тенденции	Процент вклада в тенденцию	Совокупный итог колонки F
Итого						

где:

Колонка А - перечень категорий МГЭИК (таблица 5.4.1),

Колонка В - прямые парниковые газы,

Колонка С - оценки выбросов или абсорбции за базовый год, полученные на основе данных из национального кадастра, в единицах эквивалента CO₂. Поглотители регистрируются в величинах с указанием знака (положительные или отрицательные величины),

Колонка Д - оценка выбросов за текущий год, полученная на основе самых последних данных из национального кадастра, в единицах эквивалента CO₂. Поглотители регистрируются в величинах с указанием знака,

Колонка Е - оценка тенденции, рассчитанная по уравнению 5.4.2 и зарегистрированная в качестве абсолютной величины,

Колонка F - процентная доля в общее значение оценок в колонке Е,

Колонка G - совокупный итог колонки F, рассчитанный после сортировки записей в колонке F в нисходящем порядке величины.

Категории ЗИЗЛХ, определенные в этом анализе, следует считать ключевыми *в дополнение* к тем категориям, которые были определены в ходе анализа, который не включает выбросы и абсорбцию в секторе ЗИЗЛХ. Если дополнительные не связанные с ЗИЗЛХ категории определены в качестве ключевых в тех случаях, когда сектор ЗИЗЛХ включен в данный анализ, их не следует первоначально считать ключевыми, а внимательно изучить на основе качественных критериев.

Записи в колонках А, В и либо С, либо Д должны быть идентичными тем, которые используются в таблице 5.4.2 «Сводная таблица для анализа в рамках уровня 1 оценка уровня - включая категории ЗИЗЛХ». Содержащаяся в колонке С оценка базового года всегда должна включаться в сводную таблицу, хотя оценка за текущий год в колонке Д будет зависеть от года анализа. Абсолютное значение T_{x,t} должно вноситься в колонку Е для каждой категории источников и поглотителей согласно уравнению 5.4.2, а сумма всех соответствующих внесенных данных должна вноситься в итоговую строку таблицы.¹³ Вклад каждой категории в общее значение в колонке Е в процентном выражении следует рассчитывать и вносить в колонку F. Категории (т.е. строки таблицы) должны быть рассортированы в нисходящем порядке величины на основе колонки F. Совокупный итог колонки F следует затем внести в колонку G. Ключевыми категориями являются те категории, которые в случае их суммирования в нисходящем порядке величины, составят более 95 % общего значения колонки Е. Пример анализа в рамках уровня 1 для уровней тенденции проводится в разделе 5.4.8.

¹³ В отличие от оценки уровня, когда все вносимые в таблицу значения будут положительными, при оценке тенденции появятся отрицательные значения, если выбросы из конкретной категории источников сокращаются в процентном отношении в большей степени, чем выбросы всего кадастра в целом, или возрастают на меньшую величину. При данном анализе отрицательные и положительные значения рассматриваются как эквивалентные, и в таблице регистрируются соответствующие абсолютные значения.

5.4.2.2 МЕТОД УРОВНЯ 2 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ ИСТОЧНИКОВ И ПОГЛОТИТЕЛЕЙ

Для определения ключевых категорий источников и поглотителей может быть использован более сложный подход в рамках уровня 2, основанный на результатах анализа неопределенностей, описанного в разделе 5.2 (Идентификация и количественная оценка неопределенностей) настоящего доклада и в *ПУЭП2000*, глава 6 (Количественная оценка неопределенностей на практике). Подход уровня 2 соответствует *эффективной практике*, хотя не является обязательным для ее осуществления. Составляющим кадастры учреждениям рекомендуется использовать, по мере возможности, уровень 2, поскольку он может обеспечить дополнительное представление об обоснованности того, что конкретные категории являются ключевыми, а также помочь установить приоритеты в деятельности по повышению качества кадастра и уменьшению общей неопределенности. Следует признать, что поскольку уровень 1 представляет собой упрощенный подход, применение подходов уровня 1 и уровня 2 может привести к появлению некоторых различий в ключевых категориях. В подобных ситуациях следует использовать результаты подхода уровня 2.

В частности, важно помнить о том, что категория ЗИЗЛХ может охватывать обширные потоки, а выбросы и абсорбция могут быть исключены. При анализе в рамках уровня 2 возможной может оказаться оценка на уровне даже более подробных подоценок. В подобной ситуации необходимо в соответствующих случаях оценивать и моделировать корреляции. Если анализ основан на уровне 1, эти случаи следует оценивать с использованием качественных критериев, описанных в разделе 5.4.3.

ПРИМЕНЕНИЕ ОЦЕНОК НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ ИСТОЧНИКОВ И ПОГЛОТИТЕЛЕЙ

Анализ *ключевой категории* может быть расширен путем введения национальных оценочных значений неопределенностей категорий, описанных в разделе 5.2. Для этой цели достаточны оценки неопределенностей, основанные на подходе уровня 1, описанного в разделе 5.2, однако в случае их наличия следует использовать оценки, основанные на подходе к оценке неопределенностей в рамках уровня 2. Неопределенности категорий вводятся путем взвешивания результатов оценки уровня и оценки тенденции в рамках уровня 1 посредством умножения на относительную неопределенность конкретной категории. Ниже показаны уравнения ключевых категорий.

ОЦЕНКА УРОВНЯ

Уравнение 5.4.4 описывает оценку уровня в рамках уровня 2, включая неопределенность. Результаты этой оценки ($LU_{x,t}$) идентичны результатам количественной оценки неопределенностей на практике, как это показано в колонке Н таблицы 6.1 главы 6 *ПУЭП2000*. Таким образом, если таблица заполнена полностью, нет необходимости пересчитывать уравнение 5.4.4.

<p>УРАВНЕНИЕ 5.4.4 ОЦЕНКА УРОВНЯ (УРОВЕНЬ 2)</p> <p>Оценка уровня с учетом неопределенности = Оценка уровня в рамках уровня 1 • Относительная неопределенность категории</p> $LU_{x,t} = L_{x,t} \bullet U_{x,t}$
--

где:

- $LU_{x,t}$ = оценка уровня с учетом неопределенности,
- $L_{x,t}$ = рассчитанная, как в уравнении 5.4.1,
- $U_{x,t}$ = относительная неопределенность категории в год t , рассчитанная согласно описанию, данному в разделе 5.2. Относительная неопределенность всегда будет иметь положительный знак.

Ключевые категории определяются с учетом категорий, которые добавляются до 90% итоговой величины общего значения $LU_{x,t}$. Эти 90 % составляли основу для выведения порогового значения, использованного при анализе уровня 1 (см. подраздел 5.4.7 и Rypdal and Flugsrud (2001)).

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИИ

Уравнение 5.4.5 показывает, каким образом оценка тенденции в рамках уровня 2 может быть расширена для включения неопределенности.

УРАВНЕНИЕ 5.4.5
ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИИ (УРОВЕНЬ 2)

Оценка тенденции с учетом неопределенности = Оценка тенденции в рамках уровня 1 •
Относительная неопределенность категории

$$TU_{x,t} = T_{x,t} \bullet U_{x,t}$$

где:

$TU_{x,t}$ = оценка тенденции с учетом неопределенности,

$T_{x,t}$ = оценка тенденции, рассчитанная, как в уравнении 5.4.2,

$U_{x,t}$ = относительная неопределенность категории в год t рассчитанная по описанию в разделе 5.2. Относительная неопределенность будет всегда иметь положительный знак.

Ключевые категории определяются с учетом категорий, которые добавляю до 90% итоговой величины общего значения $TU_{x,t}$. Эти 90 % составляли основу для выведения порогового значения, использованного при анализе уровня 1 (см. подраздел 5.4.7 и Rypdal and Flugsrud (2001)).

ВВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

В разделе 5.2 (Идентификация и количественная оценка неопределенностей) анализ методом Монте-Карло представлен как подход в рамках уровня 2 для количественной оценки неопределенностей. В то время как для анализа уровня 1 требуются упрощенные исходные предположения для выведения неопределенностей для каждой категории, анализы типа анализов методом Монте-Карло позволяют работать с большими неопределенностями, сложными случаями плотности распределения вероятностей, корреляциями и сложными уравнениями для оценки выбросов. Результаты анализа неопределенности уровня 2 могут непосредственно использоваться в уравнениях 5.4.4. и 5.4.5. Если неопределенности являются асимметричными, следует использовать более значительное расхождение между средним значением и доверительным пределом.

Анализ методом Монте-Карло и другие статистические средства могут также использоваться для проведения анализа чувствительности с целью непосредственного определения главных факторов, способствующих общей неопределенности. Таким образом, анализ методом Монте-Карло или аналогичный анализ может являться ценным средством для анализа ключевых категорий. Этот метод может быть использован, например, для анализа более детализированных категорий источников (посредством моделирования корреляций), коэффициентов выбросов и данных о деятельности отдельным образом (для определения в первую очередь ключевых параметров, а не ключевых категорий). Анализ ключевых параметров может быть основан на вышеприведенных уравнениях 5.4.4 и 5.4.5 и проведен посредством объединения коэффициентов корреляций между входными и выходными данными (Morgan and Henrion, 1990) или путем использования других соответствующих методов.

5.4.3 Соображения качества

В некоторых случаях из результатов анализа ключевых категорий по уровню 1 или уровню 2 невозможно определить все категории, которые следует расставить в приоритетном порядке в системе кадастра. В РУЭП2000 приведен перечень качественных критериев для учета конкретных обстоятельств, которые невозможно сразу отразить в количественной оценке. Эти критерии следует применять к категориям, которые не определяются при количественном анализе, и если определяются дополнительные категории, то их можно добавить к перечню ключевых категорий.

Для того чтобы был учтен сектор ЗИЗЛХ, были несколько уточнены соображения качества, изложенные в главе 7 РУЭП2000:

- Методы и технологии смягчения воздействий. В случае, когда выбросы из какой-либо категории уменьшаются или абсорбция увеличивается благодаря использованию методов смягчения воздействий на изменение климата, *эффективная практика* заключается в определении этих категорий в качестве ключевых.
- Высокий ожидаемый рост выбросов или абсорбции. В случае, когда составляющее кадастр учреждение ожидает в будущем значительный рост выбросов или абсорбции в какой-либо категории, ему рекомендуется определять эту категорию в качестве ключевой. Некоторые из этих категорий будут определены в ходе оценки тенденции или будут определены в будущем. Ввиду важного значения

скорейшего осуществления метода *эффективной практики* более высокого уровня, существенное значение имеет, однако, определение категории на данном этапе с использованием качественных критериев.

- Высокая неопределенность. Если составляющие кадастр учреждение не принимает во внимание должным образом неопределенность, используя метод уровня 2 для определения ключевых категорий, оно может пожелать определить в качестве ключевых наиболее неопределенные категории источников. Это объясняется тем, что наибольших уменьшений общей неопределенности кадастра можно достичь путем совершенствования оценок категорий с высокой неопределенностью.
- Неожиданно высокие или низкие выбросы или абсорбция. Когда выбросы или абсорбция гораздо выше или ниже по сравнению с ожидаемыми при использовании методов, изложенных в *Руководящих принципах МГЭИК* или в главах 3 или 4 настоящего доклад (например, из-за использования национального коэффициента выбросов), эти категории следует определять в качестве ключевых. Особое внимание следует уделять также ОК/КК (раздел 5.5) и документации для этих категорий.
- Крупные накопления. Когда в результате вычитания крупных выбросов и абсорбции образуется небольшой результирующий поток, неопределенность может быть весьма высокой. Таким образом, при переходе от уровня 1 к методам оценки более высокого уровня может меняться порядок категорий источников МГЭИК, и категории, которые были ранее незначительными, могут стать значительными.
- Обезлесение. При количественном анализе ключевой категории обезлесение разбрасывается по разным категориям изменений в землепользовании (например, земли, которые переустраиваются в пастбища угодья, рассматриваются отдельно от земель, переустраиваемых в возделываемые земли). Для обеспечения согласованности с *Руководящими принципами МГЭИК* странам следует определять и суммировать оценки выбросов, связанные с переустройством лесов, с любыми другими категориями земель. «Обезлесение» следует рассматривать в качестве ключевой категории, если сумма больше, чем самая маленькая категория, которая считается ключевой при количественном анализе. В таком случае страны могут рассмотреть также вопрос о том, какие переустройства земель имеют существенное значение для оценки (т.е. их доля составляют более 30%) и классифицировать их в качестве ключевых.
- Полнота. Ни подход уровня 1, ни подход уровня 2 не дают правильных результатов, если кадастр является неполным. Несмотря на это анализ может быть осуществлен, но в число неопределенных категорий могут попасть ключевые категории. В подобных случаях *эффективная практика* заключается в качественной оценке потенциальных ключевых категорий с использованием вышеуказанных соображений качества. В *Руководящих принципах МГЭИК* (МГЭИК, 1997 г.), *РУЭП2000* (МГЭИК, 2000 г.) и в настоящем докладе приводится перечень потенциальных категорий источников и поглотителей. Кадастр страны с аналогичными национальными условиями также нередко может дать полезные указания в отношении потенциальных ключевых категорий.

Для каждой определенной ключевой категории составляющее кадастр учреждение должно определить, имеют ли некоторые подкатегории особенно важное значение (т.е. представляют значительную долю выбросов или абсорбции). *Эффективная практика* заключается в определении того, какие подкатегории являются особенно важными, и в сосредоточении усилий на методологических усовершенствованиях этих подкатегорий.

5.4.4 Определение ключевых категорий согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола

Концепция ключевых категорий может также применяться для выбора соответствующих *эффективной практике* методов оценки выбросов и абсорбции, являющихся результатом деятельности, осуществляемой согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола к РКИК ООН. Ключевые категории для представления информации согласно Киотскому протоколу могут быть определены в соответствии с руководящими указаниями, содержащимися в настоящем разделе. В главе 4 содержатся подробные руководящие указания относительно того, каким образом учитывать определение ключевых категорий в рамках методологического выбора для подготовки оценок согласно Киотскому протоколу.

Учитывая отсутствие какого-либо опыта в области подготовки этих оценок согласно Киотскому протоколу, предполагается, что основа для оценки ключевых категорий согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола является аналогичной основе для оценки, которая осуществляется для кадастра РКИК ООН. В любом случае, когда категория определяется в качестве ключевой в кадастре РКИК ООН, связанная с ней деятельность согласно Киотскому протоколу должна рассматриваться в качестве ключевой при представлении информации

согласно требованиям Киотского протокола.¹⁴ Определение ключевых категорий согласно Киотскому протоколу также должно будет включать некоторые качественные оценки, поскольку не всегда существует бесспорное соответствие между категориями РКИК ООН и видами деятельности, определенными в Киотском протоколе. Страна может также осуществлять количественный подход уровня 2 для определения ключевых категорий своего кадастра, включая деятельность согласно Киотскому протоколу. Результаты этой оценки в большинстве обстоятельств приведут к получению меньшего количества ключевых категорий сектора ЗИЗЛХ.

Таблица 5.4.4 может быть использована для установления связей между категориями главы 3 и категориями главы 4, для целей определения ключевых категорий согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола.

ТАБЛИЦА 5.4.4 СВЯЗЬ МЕЖДУ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ В ГЛАВЕ 3 И ГЛАВЕ 4, И КАТЕГОРИЯМИ ИСТОЧНИКОВ/ПОГЛОТИТЕЛЕЙ МГЭИК ДЛЯ ЗИЗЛХ		
1	2	3
Категории главы 3	Категории главы 4	Ключевая категория, если пункт в колонке 1 определен в качестве ключевого при анализе кадастра РКИК ООН^a
ЛЕСНЫЕ ПЛОЩАДИ		
Лесные площади, остающиеся лесными площадями (управляемые)	УЛХ, УПУ, УПЗ	
Земли, переустроенные в лесные площади (управляемые)	О	
ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ ЗЕМЛИ		
Возделываемые земли, остающиеся возделываемыми землями	УЛЗ, ВРП	
Земли, переустроенные в возделываемые земли	ОБ, ВРП, УПЗ	
ПАСТБИЩА		
Пастбища или пастбищные угодья, остающиеся пастбищами или пастбищными угодьями (управляемые)	УПУ, ВРП	
Земли, перестроенные в пастбища и пастбищные угодья (управляемые)	ОБ, ВРП, УПУ	
ВОДНО-БОЛОТНЫЕ УГОДЬЯ		
Водно-болотные угодья, остающиеся водно-болотными угодьями (управляемыми)	ВРП	
Земли, переустроенные в водно-болотные угодья	ОБ, ВРП	
ПОСЕЛЕНИЯ		
Поселения, остающиеся поселениями	ВРП	
Земли, переустроенные в поселения	ОБ, ВРП	
ПРОЧИЕ ЗЕМЛИ^{a,b}		
Прочие земли, остающиеся прочими землями		
Земли, переустроенные в другие земли	ОБ	
^a Деятельность согласно статье 3.4, только если она избирается.		
^b Теоретически восстановление растительного покрова может происходить в обеих подкатегориях. УЛХ: управление лесным хозяйством, ОЛ: облесение и лесовозобновление, УПЗ: управление пахотными землями, ОБ: облесение, ВРП: восстановление растительного покрова, УПУ: управление пастбищными угодьями.		

В левой колонке перечисляются категории главы 3, которые могут быть использованы при анализе ключевых категорий кадастра РКИК ООН.¹⁵ Если любая из этих категорий определяется в качестве ключевой, то деятельность согласно Киотскому протоколу в соответствующей правой колонке следует первоначально

¹⁴ Это относится также к тем случаям, когда имеется лишь частичное дублирование с кадастром РКИК ООН.

¹⁵ Если данный анализ основан на категориях источников/поглотителей МГЭИК (1996 г.), то данное преобразование будет менее точным. Установление соответствия показано в разделе 3.1 главы 3.

рассматривать в качестве ключевой. В то же время, поскольку в некоторых случаях несколько видов деятельности согласно Киотскому протоколу потенциально могут являться ключевыми, *эффективная практика* заключается в качественном изучении того, который из возможных видов деятельности фактически является ключевым. Например, если земли, переустроенные в пастбища и пастбищные угодья, определены в качестве ключевой категории, это может быть связано с обезлесением, восстановлением растительного покрова, управлением пастбищными угодьями или изменениями в землепользовании, которые не охватываются Киотским протоколом. Площадь земель, затронутых восстановлением растительного покрова, может оказаться гораздо меньшей по сравнению с площадью земель категории главы 3, в которой осуществляется эта деятельность. В подобном случае, а также если восстановление растительного покрова определяется в качестве потенциальной ключевой категории согласно таблице 5.4.4, то страны могут отдельным образом оценить важность выбросов и абсорбции парниковых газов в процессе восстановления растительного покрова по сравнению с другой категорией (или категориями). *Эффективная практика* заключается в объяснении и документальном оформлении данных о том, какие из потенциально ключевых категорий в конечном итоге определяются в качестве ключевых для цели представления информации согласно Киотскому протоколу.

Кроме того, *эффективная практика* заключается в учете следующих соображений при определении ключевых категорий для целей оценок, составляемых согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола:

- Как показано в таблице 5.4.4, несколько видов деятельности согласно Киотскому протоколу могут иметь место в рамках более чем одной категории кадастра РККИК ООН. В подобных случаях *эффективная практика* заключается в учете всех выбросов и абсорбции в результате данной деятельности для целей анализа ключевой категории. Если требуется применение этого подхода, то деятельность следует рассматривать в качестве ключевой, когда выбросы и абсорбция в совокупности больше, чем выбросы из самой маленькой категории, которая определена в качестве ключевой в кадастре РККИК ООН (включая ЗИЗЛХ).
- Если при использовании количественных методов категория не определяется в качестве ключевой для настоящего года, однако ожидается ее значительное расширение в будущем, ее следует определять в качестве ключевой. Это может произойти в случае крупномасштабной программы облесения, когда в первые годы имеются лишь небольшие поглотители, однако в последующий период ожидаются более крупные показатели.
- В некоторых случаях имеется возможность того, что выбросы или абсорбция в результате деятельности согласно Киотскому протоколу могут опережать выбросы или абсорбцию ассоциированной категории в кадастре РККИК ООН. В подобном случае деятельность согласно Киотскому протоколу следует определять в качестве ключевой, если сопутствующие ей выбросы/абсорбция превышают выбросы в рамках самой маленькой категории, которая определяется в качестве ключевой в кадастре РККИК ООН (включая ЗИЗЛХ).

Для каждой ключевой категории составляющему кадастр учреждению следует определять, являются ли определенные категории особенно важными (т.е. представляют значительную долю выбросов или абсорбции). Например, если было избрано и определено в качестве ключевой категории управление пахотными землями, то *эффективная практика* заключается в определении того, какие подкатегории являются наиболее важными, и сосредоточении усилий на методологических усовершенствованиях этих подкатегорий. Согласно описанию, данному в подразделе 5.4.2.2, количественную оценку ключевой категории можно осуществить только на более детализированном уровне, если могут быть учтены корреляции между входными данными.

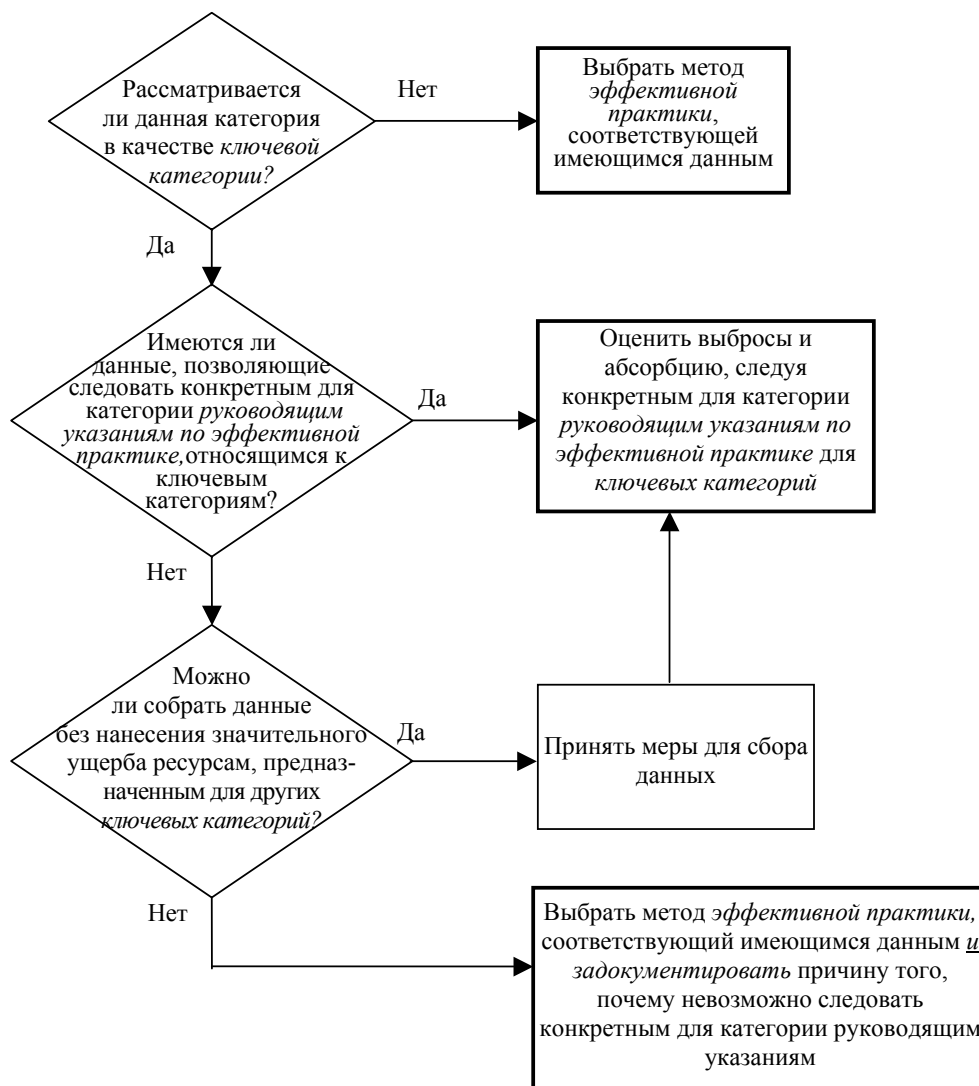
Ввиду особых требований, связанных с методологиями и проверкой достоверности оценок для проектов в области ЗИЗЛХ согласно статьям 6 и 12 Киотского протокола, проекты не были включены в концепцию ключевых категорий. В разделе 4.3 главы 4 содержатся *руководящие указания по эффективной практике* в отношении того, каким образом следует готовить эти оценки для кадастров ЗИЗЛХ согласно требованиям к представлению информации по Киотскому протоколу.

5.4.5 Применение результатов

Определение ключевых категорий в национальных кадастрах является важным, поскольку имеющиеся для подготовки кадастров ресурсы ограничены, и их использование должно осуществляться в приоритетном порядке. Весьма важно подготовить оценки для всех категорий, с тем чтобы обеспечить полноту охвата. По мере возможности следует специально рассматривать ключевые категории в рамках двух важных аспектов кадастра. На рисунке 5.4.2 показана схема принятия решений о выборе метода *эффективной практики*,

которая представляется собой измененный вариант рисунка 7.4 главы 7 РУЭП2000, с тем чтобы сделать эту схему применимой к сектору ЗИЗЛХ.

Рисунок 5.4.2 Схема принятия решений о выборе метода *эффективной практики*



Во-первых, необходимо сосредоточить дополнительное внимание на ключевых категориях в том, что касается методологического выбора. Как показано на схеме принятия решений на рисунке 5.4.2, составляющим кадастр учреждениям рекомендуется использовать конкретные методы *эффективной практики* для данных ключевых категорий, за исключением тех случаев, когда для этого нет ресурсов. В отношении большинства категорий предлагаются методы более высокого уровня (т.е. уровня 2 и 3) для ключевых категорий, хотя это не всегда целесообразно. Для получения рекомендаций относительно конкретного применения этого принципа к ключевым категориям, составляющим кадастр учреждениям следует обращаться к схемам принятия решений, изложенным в главе 3. При представлении информации согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола могут возникнуть особые требования в отношении методологического выбора. Эти требования объясняются в главе 4 настоящего доклад.

Во-вторых, *эффективная практика* для ключевых категорий заключается в уделении дополнительного внимания вопросам обеспечения качества и контроля качества (ОК/КК). В разделе 5.5 даются подробные инструкции о ОК/КК для категорий сектора ЗИЗЛХ в кадастре.

5.4.6 Отчетность и документация

Эффективная практика заключается в четком документальном оформлении ключевых категорий в кадастре. Эта информация весьма важна для объяснения выбора метода для каждой категории. Кроме того, составляющим кадастр учреждениям следует приводить перечень тех критериев, по которым каждая категория была определена в качестве ключевой (например, уровень, тенденция или качественные критерии), а также метод, использованный для проведения количественного анализа ключевой категории (например, уровень 1 или уровень 2). Для регистрации результатов анализа ключевой категории может быть использована таблица 5.4.5.

ТАБЛИЦА 5.4.5 РЕЗЮМЕ АНАЛИЗА КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ				
Количественный метод, используемый для анализа ключевых категорий: уровень 1 <input type="checkbox"/> уровень 2 <input type="checkbox"/>				
А	В	С	Д	Е
Категория источников/поглотителей МГЭИК	Прямые парниковые газы	Индикатор ключевой категории («Да» или «Нет»)	Если «Да» в колонке С, критерии для определения	Замечания

где:

Колонка А - Перечень категорий МГЭИК – вносимые данные должны быть теми же, что и в колонке А в таблицах 5.4.2 и 5.4.3,

Колонка В - Прямые парниковые газы - вносимые данные должны быть такими же, что и в колонке В в таблицах 5.4.2 и 5.4.3,

Колонка С - Индикатор ключевой категории – вносить «Да», если категория является ключевой,

Колонка Д - Критерии, по которым была определена ключевая категория – для каждой категории источников, определенной в колонке С, вносить одну или более из следующих записей: «уровень» для оценки уровня, «тенденция» для оценки тенденции, или «качественные» для качественных критериев,

Колонка Е - Замечания – вносить любые объяснительные записи.

5.4.7 Выведение порогового значения для анализа ключевой категории в рамках уровня 1

Пороговые значения для уровня и тенденции были выведены на основе той же самой методологии, которая использовалась в *РУЭП2000*, однако с введением более полного комплекта данных, более продолжительного временного ряда и сектора ЗИЗЛХ. Более подробное описание изложенного в *РУЭП2000* метода определения порогового значения документально излагается в публикации Flugsrud *et al.* (1999). Для порогового значения уровня была установлена связь между процентной долей выбросов и суммой неопределенностей каждой категории источников или поглотителей на примере национальных кадастров парниковых газов 30 Сторон, включенных в приложение I к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН). Как и в *РУЭП2000*, пороговое значение было определено для охвата 90% суммы неопределенностей каждой категории, поскольку это обычно дает 10-15 ключевых категорий источников (Rypdal and Flugsrud, 2001). Анализ основан на данных, полученных из секретариата РКИК ООН за 1990 и 1999 гг. (на май 2002 г.). Комплект данных, использованных для определения порогового значения тенденций, является более ограниченным и включает только 16 стран, поскольку немногие страны представили достаточно подробные данные за оба указанных года.

5.4.7.1 ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Данный анализ основан на оценке неопределенностей, содержащейся в таблице 5.4.6 . Анализ

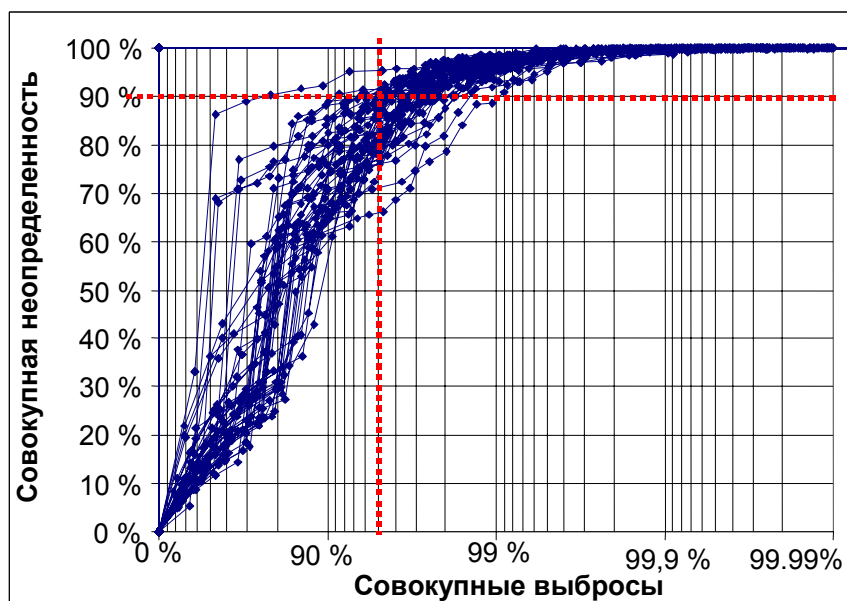
чувствительности показывает, что результаты являются довольно стабильными в отношении предположений, касающихся неопределенностей. Для источников, не входящих в сектор ЗИЗЛХ, предполагаемые неопределенности составляют: CO₂ - 5%, CH₄ - 25 %, N₂O - 100%. Парниковые газы иные, нежели CO₂ (N₂O и CH₄), были включены для сектора ЗИЗЛХ в той степени, в которой о них была получена информация, при этом неопределенности предполагались такими же, как для сектора иного, нежели ЗИЗЛХ.

Таблица 5.4.6 Предполагаемые неопределенности для определения порогового значения ключевой категории, включая ЗИЗЛХ	
	Неопределенности чистых выбросов или абсорбции CO ₂
Изменения в лесной и древесной биомассе	±50 %
Переустройство леса и пастбищ	-50 до +100 %
Оставление управляемых земель	-50 до +100 %
Выбросы и абсорбция почвой	-50 до +100 %
Другие категории ЗИЗЛХ	-50 до +100 %

5.4.7.2 УРОВЕНЬ ВЫБРОСОВ

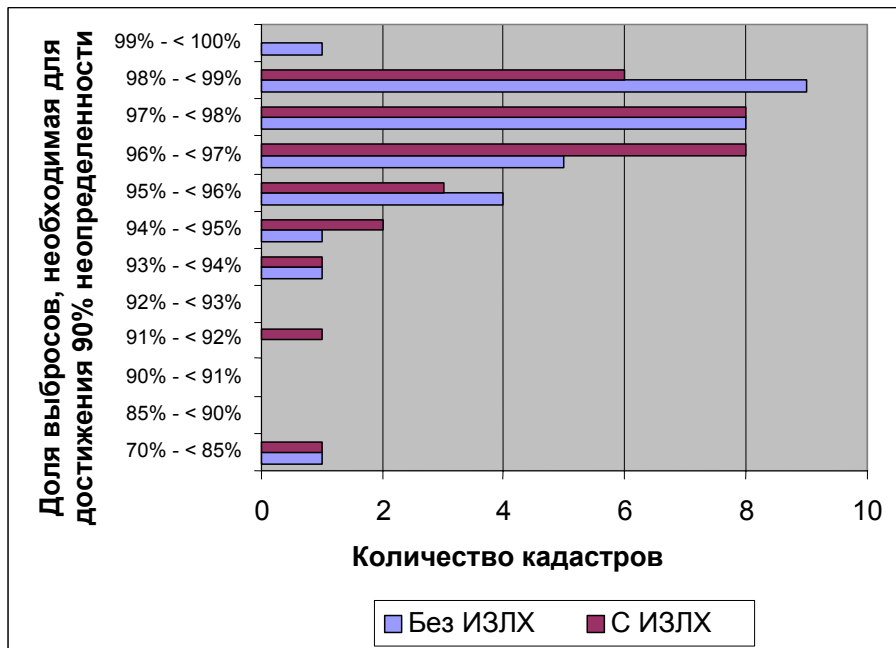
В РУЭП2000 пороговое значение определено на уровне 95% общих выбросов. Модель оценок выбросов, которая необходима для учета 90% суммы неопределенностей категорий в комплекте данных, включая ЗИЗЛХ, аналогична модели, которая приводилась ранее (как показано на рисунке 5.4.3 ниже).

Рисунок 5.4.3 График зависимости совокупной неопределенности от совокупных выбросов



Примечание. Пунктирными линиями показано разделение 95-процентного порогового значения при 90% суммы вклада неопределенностей. Источник. Данные, сообщенные Сторонами РКИК ООН, и предполагаемые неопределенности.

Рисунок 5.4.4 Доля выбросов, необходимая для достижения 90% суммы вклада неопределенностей в разные кадастры. С ЗИЗЛХ и без него (с ЗИЗЛХ используются абсолютные значения выбросов)



Источник. Данные, сообщенные Сторонами РКИК ООН, и предполагаемые неопределенности.

На рисунке 5.4.4 показано, что когда включены выбросы и абсорбция в секторе ЗИЗЛХ, требуется чуть меньшая доля общих выбросов (в абсолютном показателе) для учета 90% суммы неопределенностей категории источников и поглотителей. Для 30 проанализированных кадастров средняя доля составляла 97,1% без ЗИЗЛХ и 96,8% с ЗИЗЛХ. Это объясняется тем, что некоторые выбросы или абсорбция в секторе ЗИЗЛХ являются крупными и характеризуются высокой неопределенностью.

Пороговое значение должно быть весьма высоким, чтобы дать возможность определить все ключевые категории уровня 2 во всех кадастрах. Важно помнить о том, что подход уровня 2 является наиболее строгим подходом к определению ключевых категорий, поскольку учитывается неопределенность. Высокое пороговое значение будет означать, что многие неключевые категории согласно уровню 2 определяются при помощи подхода уровня 1. По этой причине было решено, что наиболее эффективно будет установить пороговое значение на уровне 95% и рекомендовать странам применять качественные критерии к категориям, характеризующимся значениями от 95 до 97%.

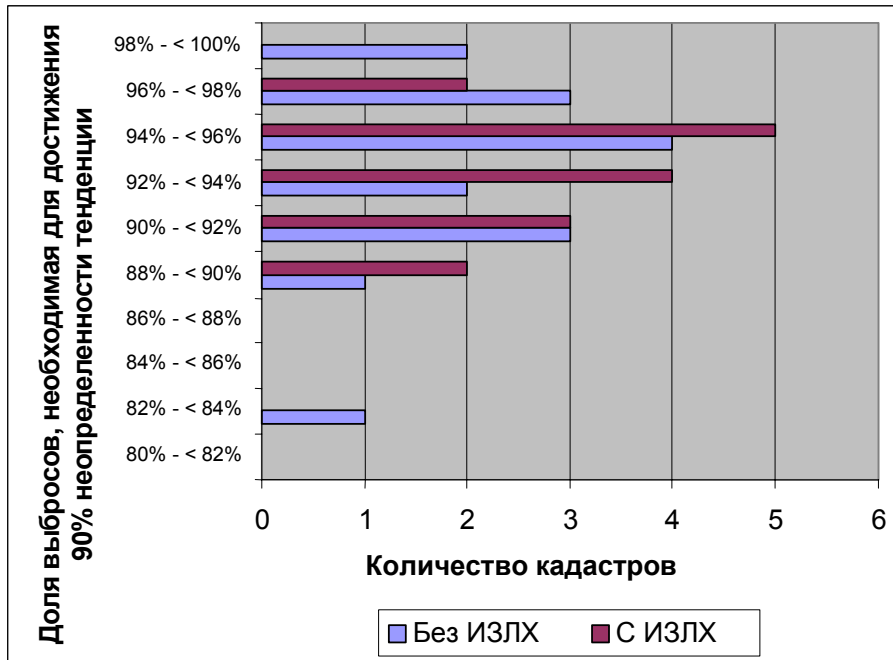
Вывод заключается в том, что ранее определенное пороговое значение в 95% также рекомендуется для комплексного анализа, включая категории ЗИЗЛХ.

5.4.7.3 ТЕНДЕНЦИЯ

Пороговое значение было установлено для определения 90% суммы $T_{x,t}^*$ (уравнение 5.4.2) в кадастрах. На рисунке 5.4.5 показана та же модель для тенденции, что и модель на рисунке 5.4.4 для уровня. Если включены выбросы и абсорбция в секторе ЗИЗЛХ, требуется меньшая доля общей оценки (по абсолютной величине) для учета 90% суммы $T_{x,t}^*$.¹⁶ Это также объясняется тем, что некоторые выбросы и абсорбция в секторе ЗИЗЛХ в значительной мере влияют на тенденцию и высокую неопределенность.

¹⁶ Имеющиеся данные практически не позволяют включать в анализ ГФУ, ПФУ и SF₆. В то же время эти газы следует включать, если это возможно, когда применяется данный метод.

Рисунок 5.4.5 Доля выбросов, необходимая для достижения 90% суммы вклада неопределенности тенденции в разные кадастры. С ЗИЗЛХ и без него (с ЗИЗЛХ используются абсолютные значения выбросов)



Источник. Данные, сообщенные Сторонами РКИК ООН, и предполагаемые неопределенности.

5.4.8 Пример анализа ключевой категории уровня 1

Данный пример является иллюстрацией применения подхода уровня 1, основанного на представленном кадастре для страны, включенной в приложение I. Показана оценка как уровня, так и тенденции.

Таблица 5.4.7 Пример оценки уровня ^a								
А	В			С	Д'	Е'	Д	Е
Категории источников МГЭИК (МГЭИК 1996 г.)	Прямые парниковые газы	Оценка за базовый или текущий год без ЗИЗЛХ	Оценка за базовый или текущий год с ЗИЗЛХ	Абсолютная величина оценки за базовый или текущий год	Оценка уровня без ЗИЗЛХ, из колонки С	Совокупное итоговое значение колонки Д'	Оценка уровня с ЗИЗЛХ, из колонки С	Совокупное итоговое значение колонки Д (дополнительные источники ЗИЗЛХ)
Сумма		535375	-61309	643884 ^b	1		1	
1.АА.3	CO ₂	138822	..	138822	0,259	0,259	0,216	0,216
1.АА.4	CO ₂	102167	..	102167	0,191	0,450	0,159	0,374
5.А	CO ₂	..	-84861	84861	..	0,450	0,132	0,506
1.АА.2	CO ₂	77213	..	77213	0,144	0,594	0,120	0,626
1.АА.1	CO ₂	61389	..	61389	0,115	0,709	0,095	0,721
4.Д	N ₂ O	51152	..	51152	0,096	0,805	0,079	0,801
4.А	CH ₄	27942	..	27942	0,052	0,857	0,043	0,844
6.А	CH ₄	16440	..	16440	0,031	0,887	0,026	0,870
5.В	CO ₂	..	12540	12540	..	0,887	0,019	0,889
2.В	N ₂ O	11093	..	11093	0,021	0,908	0,017	0,906
2.А	CO ₂	10371	..	10371	0,019	0,928	0,016	0,923
5.Е	N ₂ O	..	5550	5550	..	0,928	0,009	0,931
1.В.2	CO ₂	4006	..	4006	0,007	0,935	0,006	0,937
4.В	CH ₄	3644	..	3644	0,007	0,942	0,006	0,943
2.С	CO ₂	3443	..	3443	0,006	0,948	0,005	0,948
5.Д	CO ₂	..	3370	3370	..	0,948	0,005	0,954
1.АА.3	N ₂ O	3174	..	3174	0,006	0,954	0,005	0,959
4.В	N ₂ O	3109	..	3109	0,006	0,960	0,005	0,963
1.АА.4	CH ₄	2817	..	2817	0,005	0,965	0,004	0,968
2.В	CO ₂	2723	..	2723	0,005	0,970	0,004	0,972
1.В.1	CH ₄	2658	..	2658	0,005	0,975	0,004	0,976
6.С	CO ₂	2287	..	2287	0,004	0,980	0,004	0,980
1.В.2	CH ₄	1906	..	1906	0,004	0,983	0,003	0,983
5.Е	CH ₄	..	1880	1880	..	0,983	0,003	0,986
1.АА.4	N ₂ O	1456	..	1456	0,003	0,986	0,002	0,988
3.А	CO ₂	823	..	823	0,002	0,987	0,001	0,989
1.АА.2	N ₂ O	796	..	796	0,001	0,989	0,001	0,990
1.АА.1	N ₂ O	683	..	683	0,001	0,990	0,001	0,991
6.В	N ₂ O	665	..	665	0,001	0,991	0,001	0,992
3.Д	CO ₂	658	..	658	0,001	0,993	0,001	0,993

Таблица 5.4.7 (продолжение) Пример оценки уровня ^а								
А	В			С	Д'	Е'	Д	Е
Категории источников МГЭИК (МГЭИК 1996 г.)	Прямые парниковые газы	Оценка за базовый или текущий год без ЗИЗЛХ	Оценка за базовый или текущий год с ЗИЗЛХ	Абсолютная величина оценки за базовый или текущий год	Оценка уровня без ЗИЗЛХ, из колонки С	Совокупное итоговое значение колонки Д'	Оценка уровня с ЗИЗЛХ, из колонки С	Совокупное итоговое значение колонки Д (дополнительные источники ЗИЗЛХ)
2.D	CO ₂	656	..	656	0,001	0,994	0,001	0,994
3.D	N ₂ O	613	..	613	0,001	0,995	0,001	0,995
4.D	CH ₄	482	..	482	0,001	0,996	0,001	0,996
6.C	N ₂ O	402	..	402	0,001	0,997	0,001	0,997
6.C	CH ₄	368	..	368	0,001	0,997	0,001	0,997
6.D	CH ₄	359	..	359	0,001	0,998	0,001	0,998
1.AA.3	CH ₄	312	..	312	0,001	0,999	0,000	0,998
6.B	CH ₄	282	..	282	0,001	0,999	0,000	0,999
5.B	CH ₄	..	236	236	..	0,999	0,000	0,999
4.C	CH ₄	163	..	163	0,000	0,999	0,000	0,999
3.B	CO ₂	136	..	136	0,000	1,000	0,000	1,000
1.AA.2	CH ₄	81	..	81	0,000	1,000	0,000	1,000
2.B	CH ₄	55	..	55	0,000	1,000	0,000	1,000
5.C	CO ₂	..	-48	48	..	1,000	0,000	1,000
1.AA.1	CH ₄	28	..	28	0,000	1,000	0,000	1,000
5.B	N ₂ O	..	24	24	..	1,000	0,000	1,000
1.B.2	N ₂ O	0	..	0	0,000	1,000	0,000	1,000

^а Затемненные части таблицы показывают величины для совокупной оценки, которая определяет ключевые категории для данного уровня.

^б Эта сумма отличается от суммы двух колонок слева, поскольку абсорбция суммируется в виде абсолютных величин.

ТАБЛИЦА 5.4.8 АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИИ С ЗИЗЛХ ^a						
А	В	С	Д	Е	Ф	Г
Категории источников МГЭИК (МГЭИК, 1996 г.)	Прямые парниковые газы	Оценка за базовый год	Оценка за текущий год	Оценка тенденции	Процент вклада в тенденцию	Совокупный итог колонки F
Сумма		486002	474066	0,162226	1	
1.АА.3	CO ₂	119156	138822	0,046486	0,28655	0,28655
2.В	N ₂ O	27775	11093	0,03292	0,202928	0,489477
5.А	CO ₂	-75330	-84861	0,023418	0,144352	0,63383
1.АА.4	CO ₂	94375	102167	0,020804	0,128239	0,762069
1.АА.1	CO ₂	65495	61389	0,005139	0,031676	0,793745
2.А	CO ₂	13016	10371	0,004784	0,029492	0,823237
1.АА.2	CO ₂	76919	77213	0,004491	0,027681	0,850918
1.АА.3	N ₂ O	1208	3174	0,004106	0,02531	0,876228
1.В.1	CH ₄	4331	2658	0,003225	0,019882	0,896109
4.А	CH ₄	30058	27942	0,002834	0,017467	0,913576
5.В	CO ₂	11710	12540	0,0023	0,014175	0,927751
6.А	CH ₄	17917	16440	0,002134	0,013152	0,940903
2.С	CO ₂	4550	3443	0,002046	0,012613	0,953516
5.Д	CO ₂	4051	3370	0,001197	0,007376	0,960892
4.Д	N ₂ O	52898	51152	0,000918	0,005659	0,966551
1.В.2	CH ₄	2199	1906	0,000493	0,003041	0,969592
2.В	CO ₂	3007	2723	0,000433	0,002667	0,972259
6.С	CO ₂	2133	2287	0,000425	0,00262	0,974879
1.В.2	CO ₂	4306	4006	0,000398	0,002456	0,977336
4.В	CH ₄	3537	3644	0,000398	0,002453	0,979789
5.Е	N ₂ O	5494	5550	0,000394	0,002428	0,982217
1.АА.4	CH ₄	3043	2817	0,000313	0,001927	0,984143
1.АА.4	N ₂ O	1338	1456	0,00031	0,001913	0,986056
1.АА.1	N ₂ O	561	683	0,000278	0,001714	0,98777
1.АА.3	CH ₄	453	312	0,000267	0,001648	0,989418
6.Д	CH ₄	246	359	0,000245	0,001513	0,990931
3.В	CO ₂	252	136	0,000226	0,001394	0,992325
1.АА.2	N ₂ O	731	796	0,00017	0,001049	0,993374
3.А	CO ₂	920	823	0,000153	0,000943	0,994317
6.В	N ₂ O	612	665	0,00014	0,000861	0,995178
5.Е	CH ₄	1861	1880	0,000134	0,000824	0,996002
4.В	N ₂ O	3249	3109	0,000124	0,000766	0,996768
6.С	CH ₄	320	368	0,000115	0,000708	0,997477
6.С	N ₂ O	357	402	0,000112	0,000689	0,998166
3.Д	N ₂ O	596	613	6,56E-05	0,000404	0,99857

ТАБЛИЦА 5.4.8 (ПРОДОЛЖЕНИЕ) АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИИ С ЗИЗЛХ ^a						
А	В	С	Д	Е	Ф	Г
Категории источников МГЭИК (МГЭИК, 1996 г.)	Прямые парниковые газы	Оценка за базовый год	Оценка за текущий год	Оценка тенденции	Процент вклада в тенденцию	Совокупный итог колонки F
6.B	CH ₄	259	282	5,91E-05	0,000365	0,998935
5.B	CH ₄	221	236	4,27E-05	0,000263	0,999198
1.AA.1	CH ₄	46	28	3,52E-05	0,000217	0,999415
4.D	CH ₄	482	482	2,6E-05	0,00016	0,999575
4.C	CH ₄	180	163	2,57E-05	0,000159	0,999733
2.D	CO ₂	681	656	1,65E-05	0,000101	0,999835
3.D	CO ₂	681	658	1,12E-05	6,92E-05	0,999904
2.B	CH ₄	53	55	6,85E-06	4,22E-05	0,999946
5.B	N ₂ O	22	24	4,42E-06	2,72E-05	0,999974
5.C	CO ₂	-48	-48	2,43E-06	1,5E-05	0,999989
1.AA.2	CH ₄	82	81	7,13E-07	4,39E-06	0,999993
1.B.2	N ₂ O	..	0	5,74E-07	3,54E-06	0,999996
1.B.2	N ₂ O	..	0	5,74E-07	3,54E-06	1

^a Затемнены дополнительные определенные категории ЗИЗЛХ.

5.5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

5.5.1 Введение

В главе 8 «Обеспечение качества и контроль качества» *Руководящих указаний по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов (РУЭП2000, МГЭИК, 2000 г.)* дается определение обеспечения качества (ОК) и контроля качества (КК) и содержатся руководящие указания по элементам системы ОК/КК с учетом необходимости в транспарентности и проведении обзоров. В них также рассматриваются практические вопросы, которые составляющие кадастры учреждения должны принимать во внимание при выделении ресурсов для ОК/КК по всем разделам кадастра, а также вопросы того, каким образом оптимизировать приоритетное распределение ресурсов для сектора ЗИЗЛХ. В настоящем разделе перечисляются типы процедур, которые следует осуществлять составляющему кадастр учреждению, с тем чтобы обеспечивать, чтобы кадастровые оценки и содержащиеся в них данные были высокого качества, с уделением при этом особого внимания вопросам, касающимся сектора ЗИЗЛХ. Эти процедуры также способствуют подготовке кадастра, который может быть легко оценен с точки зрения качества и полноты.

Блок 5.5.1

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Контроль качества (КК) – это система стандартных технических мероприятий, предназначенных для измерения и контроля качества кадастра по мере его составления. Система КК предназначена для:

- i) проведения установленных и согласованных проверок для обеспечения целостности, правильности и полноты данных;
- ii) выявления и устранения ошибок и упущений;
- iii) документирования и архивации материалов кадастра и регистрации всех материалов по КК.

Мероприятия по КК включают такие общие методы, как проверки точности сбора и расчетов данных, а также использование утвержденных стандартизированных процедур для расчетов выбросов, производства измерения, оценки неопределенностей, архивации информации и представления отчетности. Мероприятия по КК на более высоком уровне включают технические обзоры категорий источников, данных о деятельности и коэффициентах выбросов, а также применяемых методов.

Деятельность *по обеспечению качества (ОК)* включает плановую систему обзора процедур, осуществляемых персоналом, который непосредственно не участвует в процессе составления/подготовки кадастра. Обзоры (предпочтительно независимыми третьими сторонами) должны осуществляться на базе законченного кадастра согласно процедурам осуществления КК. Цель обзора заключается в проверке выполнения задач, по обеспечению качества данных, обеспечению того, чтобы кадастр содержал по возможности самые лучшие оценки выбросов и поглотителей с учетом существующего уровня научных знаний и имеющихся данных, а также поддержке эффективности программы по КК.

Источник. МГЭИК (2000 г.)

В блоке 5.5.1 даются определения контроля качества и обеспечения качества, которые используются в *РУЭП2000*. *РУЭП2000* содержит также определение следующих элементов полной системы ОК/КК:

- Составляющего кадастр учреждения, ответственного за координацию деятельности по ОК/КК;
- Плана по ОК/КК;
- Общих процедур КК (уровень 1), которые охватывают все категории кадастра;
- Процедур КК (уровень 2) для конкретной категории источников или поглотителей, которые требуют знания данных и методов;
- Процедур обзора ОК;
- Процедур представления информации, документирования и архивации.

Методы составления кадастра для сектора ЗИЗЛХ требуют конкретных *руководящих указаний по эффективной практике* для ОК/КК по всем этим элементам, кроме первого. Кроме того, влияние на *эффективную практику* по ОК/КК могут оказать вопросы проверки достоверности, а также вопросы, связанные с Киотским протоколом. Эти два вида вопросов рассматриваются в разделе 5.7 и подразделе 5.5.7, соответственно.

Оценка выбросов и абсорбции в результате деятельности в секторе ЗИЗЛХ связана с несколькими важными, хотя не обязательно уникальными вопросами. Главное различие между сектором ИЗЛХ и другими секторами, фигурирующими в *Руководящих принципах МГЭИК* (МГЭИК, 1997 г.) (т.е. энергетика, сельское хозяйство) состоит в том, что главное внимание в секторе ИЗЛХ уделяется расчету результирующих выбросов или абсорбции.¹⁷ В частности система ОК/КК должна учитывать тот факт, что сектор ЗИЗЛХ является уникальным, поскольку CO₂ может как поглощаться из атмосферы, так и выбрасываться в нее. С точки зрения ОК/КК кадастра, однако, более важные соображения в секторе ЗИЗЛХ связаны, главным образом, со сложным характером данных, которые необходимы для подготовки точных оценок выбросов и абсорбции в секторе ЗИЗЛХ. Ниже изложены четыре главных характеристики методов составления кадастра для ЗИЗЛХ, которые в целом оказывают воздействие на ОК/КК.

- **Репрезентативность входных данных.** Деятельность в секторе ЗИЗЛХ затрагивает обширные географические районы. Ввиду размера этих районов, а также его сочетания со сложным характером протекающих на них биологических процессов, практически невозможно полностью полагаться на прямые измерения выбросов и абсорбции парниковых газов при подготовке национальных кадастров. Соответственно в основу кадастров ложатся данные, полученные посредством проведения выборки при помощи измерений на местах и обследований земель. Кроме того, полный комплект выборок вряд ли будет осуществляться на ежегодной основе, и скорее будет проводиться периодически (например раз в четыре года). К выборкам могут быть также добавлены данные дистанционного зондирования, которые обеспечивают более полный охват.
- **Необходимость в исторических данных.** Выбросы и абсорбция парниковых газов, связанные с сектором ЗИЗЛХ, зависят от деятельности в области землепользования в прошлом, которая продолжает оказывать воздействие на текущие (т.е. в год кадастра) выбросы или абсорбцию CO₂. Таким образом, как прошлые, так и текущие виды деятельности в области землепользования и лесного хозяйства влияют на выбросы и абсорбцию в настоящее время. В силу этой причины необходимо наличие достаточных исторических данных для оценки выбросов в настоящий момент, и таким образом комплекты данных, использованные в секторе ЗИЗЛХ, могут охватывать более длительный исторический период по сравнению с другими категориями источников (например, 20-100 лет). В то же время многие страны получают пользу в результате того, что данные о лесном хозяйстве и некоторые другие данные о землепользовании собирались в течение длительного периода времени, благодаря чему имеются подробные и всеобъемлющие, хотя необязательно точные, источники данных.¹⁸ Согласованность временного ряда является важным аспектом ОК/КК, который обсуждается более подробно в разделе 5.6.
- **Сложность взаимодействий и изменчивость биологических процессов.** Сложность взаимодействий и характерная изменчивость биологических процессов, связанных с лесами, почвами и другими компонентами ЗИЗЛХ, может вызвать необходимость использования более сложных моделей¹⁹ по сравнению с теми моделями, которые применяются для оценки выбросов из большинства других категорий источников. Данные, предположения и другие характеристики моделей не всегда могут быть прозрачными. Главное внимание при ОК/КК необходимо уделять документированию характеристик и предположений модели, проверке выходных данных модели, определению областей усовершенствования, проверке алгоритмов модели, а также документированию результатов этих проверок.
- **Изменчивость в величине и характере данных.** Выбросы или абсорбция парниковых газов могут представлять собой небольшие потоки, являющиеся результатом крупных общих потоков или различий между крупными накоплениями, например, медленных изменений в крупных накоплениях органического углерода в почвах. Кроме того, разные виды деятельности являются причиной разных типов изменений.

¹⁷ Следует отметить, однако, что вычитание основных компонентов при расчете категории источников выбросов не является уникальным для сектора ЗИЗЛХ. Например, тщательная оценка накопления углерода в запасах ископаемого топлива неэнергетического назначения связана с проведением сложного анализа обработки и конечного назначения ископаемого топлива, с тем чтобы вычесть объем углерода в видах топлива, которые не подвергаются сжиганию или окислению. Эти поправки к расчетам сжигания ископаемого топлива могут иметь весьма важное значение по отношению к общему кадастру выбросов страны.

¹⁸ Разумеется, эти данные собирались в силу причин иных, нежели оценка выбросов и абсорбции парниковых газов.

¹⁹ Численные модели или модели процессов интерполируют данные о деятельности за промежуточные годы между выборками, экстраполируют данные выборки на основе измерений объема древесины или других метрических показателей для получения общего содержания углерода в биомассе, и с их помощью предпринимаются попытки охвата других сложных элементов и тонкостей взаимосвязи между изменениями в лесном хозяйстве и землепользовании с выбросами и абсорбцией CO₂ и других газов.

Например, результатом управления лесным хозяйством являются, вероятно, незначительные и разбросанные изменения на единицу площади в пределах значительных территорий, в то время как крупномасштабное обезлесение приводит к относительно значительным и немедленным результирующим выбросам. В силу этих причин процедуры ОК/КК должны включать оценку приемлемости избранных методов для оценки парникового газа в каждом случае – от прямых измерений до сложных моделей.²⁰

5.5.2 План по ОК/КК

Как отмечалось в *РУЭП2000*, план по ОК/КК является основополагающим элементом системы ОК/КК, и *эффективная практика* заключается в разработке такого плана. В нем должны быть изложены в целом виды деятельности по ОК/КК, которые будут осуществляться, и содержаться планируемый график подготовки кадастра от момента его первоначальной разработки до представления окончательной отчетности в любой год. Он должен также содержать описание процедур и сроки проведения обзора по всем категориям источников и поглотителей.

Для категорий источников и поглотителей сектора ЗИЗЛХ этот план должен содержать описание конкретных процедур КК, которые осуществлялись или будут осуществляться в дополнение к специально применяемым процедурам обзора мер по КК. Эти процедуры должны быть сформулированы таким образом, чтобы они учитывали четыре характеристики, описанные в подразделе 5.5.1, репрезентативность земельных площадей, упомянутую в главе 2 (Основа для согласованного представления земельных площадей), методологии для сектора ЗИЗЛХ, описанные в главе 3 (Руководящие указания по эффективной практике для сектора ЗИЗЛХ), а также, в случае необходимости, методы, которые используются для учета выбросов и абсорбции согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола, изложенные в главе 4 (Дополнительные методы и руководящие указания по эффективной практике, вытекающие из Киотского протокола).

5.5.3 Общие процедуры КК (уровень 1)

Эффективная практика заключается в проведении общих проверок по КК, изложенных в главе 8 *РУЭП2000* (Обеспечение качества и контроль качества), раздел «Общие процедуры КК кадастра уровня 1». Эти общие методы охватывают главным образом процедуры обработки данных, обращения с ними, документирования, архивации и представления информации, которые должны использоваться для всех категорий источников и поглотителей кадастра. В таблице 5.5.1 перечисляются общие процедуры проверок по КК уровня 1, взятые из таблицы 8.1 *РУЭП2000*. Эти проверки были пересмотрены таким образом, чтобы они стали приемлемыми для поглотителей, наряду с источниками. В тех случаях, когда оценки для сектора ЗИЗЛХ готовятся учреждениями, не связанными с составлением кадастра, составляющее кадастр учреждение несет, тем не менее, ответственность за обеспечение осуществления КК уровня 1 и документальное оформление как полученных результатов, так и самих процедур.

ТАБЛИЦА 5.5.1 ОБЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ КК КАДАСТРА УРОВНЯ 1	
Деятельность по КК	Процедуры
Проверить, были ли документированы предположения и критерии в отношении выбора данных о деятельности, коэффициентов выбросов и других параметров оценки.	<ul style="list-style-type: none"> Провести перекрестную проверку описаний данных о деятельности, коэффициентов выбросов и других параметров оценки с информацией о категориях источников и накопителей и обеспечить правильную регистрацию и архивацию этих описаний.
Проверить ошибки, связанные с копированием входных данных и ссылок.	<ul style="list-style-type: none"> Подтвердить, что ссылки на библиографические данные правильно приводятся во внутренней документации. Провести перекрестную проверку выборки входных данных из каждой категории источников (либо данных измерений, либо параметров, использованных в расчетах) для определения ошибок, связанных с копированием.
Проверить правильность расчета выбросов и абсорбции.	<ul style="list-style-type: none"> Воспроизвести репрезентативную выборку расчетов выбросов и абсорбции. Для оценки относительной точности провести выборочный повтор расчетов комплексных моделей с сокращенными расчетами.

²⁰ Вопрос методологического выбора подробно рассматривается на уровне подкатегории в главе 3 настоящего доклада.

ТАБЛИЦА 5.5.1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ) ОБЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ КК КАДАСТРА УРОВНЯ 1	
Проверить правильность регистрации единиц измерения параметров и использование надлежащих переводных коэффициентов.	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить правильность обозначения единиц измерения в формулярах расчетов. • Проверить правильность использования единиц измерений от начала до конца расчетов. • Проверить правильность переводных коэффициентов. • Проверить правильность использования временных и пространственных корректировочных коэффициентов.
Проверить целостность файлов базы данных.	<ul style="list-style-type: none"> • Подтвердить правильность представления в базе данных соответствующих этапов обработки данных. • Подтвердить правильность представления в базе данных соотношений между данными. • Обеспечить правильное обозначение полей данных и правильное их описание. • Обеспечить архивацию надлежащей документации базы данных и структуры и функционирования модели.
Проверить согласованность данных между категориями.	<ul style="list-style-type: none"> • Определить параметры (например, данные о деятельности и константы), которые являются общими для многих категорий источников и поглотителей, и подтвердить наличие согласованности величин, используемых для этих параметров в расчетах выбросов.
Проверить правильность передвижения данных кадастра по этапам обработки.	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить правильность обобщения данных о выбросах и абсорбции от более низких до более высоких уровней представления информации при подготовке резюме. • Проверить правильность переноса данных о выбросах и абсорбции между разными видами промежуточной продукции.
Проверить правильность оценки или расчета неопределенностей, связанных с выбросами или абсорбцией.	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить соответствие квалификации лиц, готовящих экспертное заключение по оценкам неопределенностей. • Проверить регистрацию квалификаций, предположений и заключений экспертов. Проверить полноту и правильность расчета оцениваемых неопределенностей. • В случае необходимости продублировать ошибочные расчеты на небольшой выборке распределений вероятностей, использованных при анализах методом Монте-Карло.
Провести обзор внутренней документации.	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить наличие подробной внутренней документации для поддержки оценок и обеспечения воспроизведения оценок выбросов, абсорбции и неопределенностей. • Проверить архивацию и хранение данных о кадастре, вспомогательных данных и регистраций кадастра для содействия проведению подробного обзора. • Проверить целостность любых систем архивации данных внешних организаций, участвующих в подготовке кадастра.
Проверить согласованность временного ряда.	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить временную согласованность входных данных временного ряда для каждой категории источников и поглотителей. • Проверить согласованность алгоритма/метода, используемого для расчетов по всему временному ряду. • Проверить метод пересчета.
Провести проверки полноты.	<ul style="list-style-type: none"> • Подтвердить, что оценки сообщаются по всем категориям источников и поглотителей и по всем годам, начиная с соответствующего базового года до периода подготовки настоящего кадастра. • Проверить документирование известных пробелов в данных, которые приводят к неполноте оценок выбросов.
Сравнить оценки с оценками, сделанными ранее.	<ul style="list-style-type: none"> • Для каждой категории следует сравнивать оценки нынешнего кадастра с предыдущими оценками, если таковые имеются. В случае существенных изменений или отклонений от ожидаемых тенденций провести повторную проверку оценок и объяснить любое различие.

5.5.4 Процедуры КК для конкретных категорий источников или поглотителей (уровень 2)

Эффективная практика заключается в дополнении проверок КК уровня 1, связанных с обработкой, рассмотрением и сообщением данных, процедурами для конкретных категорий источников или поглотителей уровня 2, предназначенных для ключевых категорий (т.е. дополнительными проверками контроля качества,

изложенными в *ПУЭП2000*, раздел 8.7 – Процедуры КК для конкретных категорий источников (уровень 2)). Процедуры уровня 2 следует применять на индивидуальной основе. Эти проверки могут применяться, в частности, если для подготовки оценок выбросов и абсорбции используются методы составления кадастра более высокого уровня. Процедуры КК уровня 2 предназначены для конкретных типов данных, используемых в конкретных методах, и требуют знания категории источников или поглотителей, типов имеющихся данных и параметров, связанных с выбросами или абсорбцией.

В некоторых случаях количество и сложность данных, которые будут использоваться для подготовки оценок выбросов и абсорбции в секторе ЗИЗЛХ, могут привести к возникновению определенных трудностей с осуществлением проверок КК уровня 2 и исследований. В то же время эта сложность еще больше подчеркивает важное значение того, чтобы были проведены тщательные исследования качества данных уровня 2 и чтобы они проводились в сотрудничестве с учреждениями, которые в первую очередь отвечают за сбор и аналитическую обработку данных по ЗИЗЛХ. Эти учреждения могут быть многочисленными и иногда различными в силу распределения обязанностей по управлению землями в пределах каждой страны. Изучение качества входных данных, использованных в моделях ЗИЗЛХ и других расчетах, потребует широкого сотрудничества и связи с этими учреждениями для лучшего понимания их действующих процедур ОК/КК.

Хотя процедуры проверок для конкретных категорий источников и поглотителей описаны в главе 3 настоящего доклада, при проведении КК уровня 2 для сектора ЗИЗЛХ главное внимание следует уделять следующим типам проверок:

- Составляющему кадастр учреждению следует проверять правильность классификации земельных площадей и отсутствие любого двойного учета или пропусков земельных площадей (см. подраздел 2.3 главы 2 и таблицу 2.3.1). Эта классификация земельных площадей должна соответствовать главе 2 (Основа для согласованного представления земельных площадей). В частности, важное значение имеет проверка согласованности и возможного двойного учета между сельскохозяйственным сектором и сектором ЗИЗЛХ.
- Составляющему кадастр учреждению следует проверить полноту категорий источников и поглотителей в секторе ЗИЗЛХ путем изучения категорий и подкатегорий землепользования в необходимой степени, как это описано в главе 3 (см. таблицу 3.1.1 и таблицу 3.1.2 в подразделе 3.1.1). Это имеет особо важное значение в силу сложного характера взаимосвязи между несколькими категориями ЗИЗЛХ (например, порослевое возобновление леса на заброшенных землях и изменения в накоплениях древесной биомассы) и между категориями ЗИЗЛХ и другими категориями источников (например, расчистка от биомассы и сжигание топлива из биомассы). Эта классификация должна соответствовать положениям главы 3 (Руководящие указания по эффективной практике для сектора ЗИЗЛХ). Составляющему кадастр учреждению должно также определить, охватывают ли оценки конкретных категорий все соответствующие географические районы (например, территории), категории подисточников или поглотителей, пулы или виды деятельности.
- Составляющему кадастр учреждению следует периодически проверять согласованность временного ряда данных о деятельности, поскольку для оценки выбросов за единый год требуются данные за длительный период времени. Используемые данные о деятельности и прочие данные должны представлять однородную земельную площадь для данной страны, а их сбор должен проводиться с использованием методов, которые не вносят временных погрешностей. Должны объясняться разрывы во временном ряде выбросов и других данных, используемых при расчете выбросов или абсорбции. Направление и величина оценок выбросов/абсорбции для отдельных категорий источников или поглотителей сектора ЗИЗЛХ и их подкатегорий должны сравниваться и оцениваться с точки зрения обоснованности и причин этих изменений, учитывая при этом возможное воздействие изменчивости климата на временные масштабы (например в масштабах десятилетий).
- Учитывая относительную важность данных выборки для подготовки оценок, составляющему кадастр учреждению следует изучить протоколы выборки и экстраполяции, которые были использованы, определить те пересмотры, которым подвергались эти протоколы, установить любые внутренние процедуры ОК/КК, которые имели место, и принять к сведению другие соответствующие факторы. См. также раздел 5.3 «Выборка» настоящего доклада. Дополнительную информацию об исследованиях вторичных данных можно найти в подразделе 8.7.2.1 «Данные о деятельности на национальном уровне» главы 8 *ПУЭП2000*.
- Учитывая многочисленное использование методов дистанционного зондирования и данных для подготовки кадастра ЗИЗЛХ, составляющему кадастр учреждению следует обеспечить документацию об используемых данных и средствах (т.е. тип изображений и обработки) на уровне детализации, необходимом в каждом конкретном случае.
- Модели могут быть необходимой частью процесса подготовки национального кадастра. Они дают возможность готовить оценки на региональном или национальном уровнях в тех случаях, когда научные знания или имеющаяся информация ограничены привязкой к конкретным местам или условиям. Поскольку модели представляют собой средства экстраполяции и/или интерполяции того, что известно, с

тем чтобы оценить то, в чем имеется меньшая уверенность, необходимо решительно избегать простого предположения в отношении того, что избранная модель обеспечивает точные конечные данные для кадастра. Если ОК/КК, связанные с моделями, являются неадекватными или непрозрачными, составляющему кадастр учреждению следует попытаться провести проверки моделей и данных. В частности, составляющему кадастр учреждению следует проверить следующее:

- i) соответствие основанных на моделях предположений, экстраполяций, интерполяций, модификаций на основе калибровки, характеристик данных и их применимости к методу составления кадастра парниковых газов и национальным условиям;
- ii) наличие документации о модели, включая описания, предположения, обоснования и научные доказательства, а также ссылки, подкрепляющие подходы и параметры, использованные для моделирования процессов землепользования;
- iii) типы процедур ОК/КК, осуществленных разработчиками модели и поставщиками данных, а также адекватность или неадекватность их процедур контроля качества;
- iv) наличие планов по периодической оценке и обновлению или замене предположений с соответствующими новыми измерениями. Ключевые предположения могут быть идентифицированы посредством проведения анализов чувствительности.

5.5.5 Процедуры обзора ОК

Эффективная практика в отношении процедур ОК требует проведения экспертного обзора для оценки качества кадастра, а также для выявления тех областей, в которые могут быть внесены усовершенствования. Обзор кадастра может проводиться в целом или по частям. Процедуры ОК используются в качестве дополнения к КК уровня 1 и уровня 2. Цель ОК заключается в привлечении рецензентов, которые могут провести беспристрастный обзор кадастра. *Эффективная практика* заключается в использовании для проведения обзора ОК лиц, которые не участвовали в подготовке кадастра. Предпочтительно, чтобы этими лицами были независимые эксперты из других учреждений или национальные или международные эксперты или группы, которые не имеют прямого отношения к составлению национальных кадастров. При отсутствии рецензентов, которые являются третьей стороной и не связаны с составляющим кадастры учреждением, задачи по ОК могут быть также выполнены сотрудниками из другого подразделения составляющего кадастры учреждения, которое не имеет отношения к той части кадастра, которая является предметом обзора.

Эффективная практика для составляющих кадастры учреждений заключается в проведении независимого экспертного обзора (ОК уровня 1) до представления кадастра, с тем чтобы выявить потенциальные проблемы и внести поправки там, где это возможно. *Эффективная практика* также заключается в применении этого обзора ко всем категориям источников и поглотителей, а также секторам, фигурирующим в кадастре. В то же время это не всегда практически возможно из-за установленных сроков и нехватки ресурсов. Ключевым категориям следует уделять приоритетное внимание, равно как и категориям, в рамках которых имели место существенные изменения, касающиеся методов или данных. Составляющие кадастры учреждения могут также принимать решения в отношении проведения более обширных независимых экспертных обзоров или аудитов, или и того, и другого в качестве дополнительных процедур ОК в рамках имеющихся ресурсов.

Составляющим кадастры учреждениям следует также рассмотреть вопрос о применении для сектора ЗИЗЛХ методов и процедур, описанных в разделе 5.7 (Проверка достоверности) настоящего доклада, при условии наличия данных и ресурсов для применения этих методов. Главное внимание при применении этих более строгих методов проверки достоверности следует уделять ключевым категориям источников и поглотителей. Проведение сравнения оценок выбросов или абсорбции или других соответствующих данных для сектора ЗИЗЛХ с данными, не имеющими отношения к процессу подготовки кадастра, может способствовать приданию достоверности отдельным компонентам. Проверка достоверности кадастра может быть особенно полезной для сектора ЗИЗЛХ ввиду потенциально значительных неопределенностей, связанных с оценками кадастра. Исключительно важными первыми этапами при проверке достоверности являются экспертные обзоры и проверки КК уровня 2. В блоке 5.5.2 продолжено рассмотрение вопроса о проведении внешнего рецензирования для сектора ЗИЗЛХ.

Блок 5.5.2
ВНЕШНЕЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Внешнее рецензирование включает обзор расчетов или предположений, который проводится экспертами в соответствующих технических областях. Эта процедура обычно проводится путем проверки документации, касающейся методов и результатов, однако обычно не включает такую тщательную сертифициацию данных или ссылок, которая могла бы проводиться при аудите. Цель внешнего рецензирования заключается в разумной оценке специалистами в конкретных областях результатов, предположений и методов кадастра. В проведении внешнего рецензирования, связанного с сектором ЗИЗЛХ, могут участвовать технические эксперты, а также исследователи. Если в стране имеется официальное заинтересованное лицо или механизмы публичного контроля, то обзор подобного типа может дополнять, но не заменять внешнее рецензирование.

В секторе ЗИЗЛХ сложность моделей может явиться причиной того, что внешнее рецензирование станет более трудным, но также и более важным. В этой связи *эффективная практика* должна включать:

- Определение того, являлись ли предметом внешнего рецензирования основные модели, использованные для проведения анализа; если нет, то составляющему кадастр учреждению следует начать отдельную процедуру внешнего рецензирования моделей или делать это в качестве части процедуры внешнего рецензирования.
- Определить являются ли документация модели, входные данные, прочие предположения и т.д. вполне подробными и достаточными для оказания содействия в проведении внешнего рецензирования.

Не существует никаких стандартных средств или механизмов для проведения внешнего рецензирования, и его следует применять на индивидуальной основе. При наличии высокого уровня неопределенности, связанной с оценкой выбросов или абсорбции для конкретной категории, внешнее рецензирование может стать источником информации, необходимой для повышения качества оценки или, по меньшей мере, для более эффективной количественной оценки данной неопределенности. Для проведения эффективного внешнего рецензирования часто необходимо определить ключевые независимые организации или учреждения и установить связи с ними, включая научно-исследовательские организации. В секторе ЗИЗЛХ, например, участие исследователей или исследовательских организаций часто является необходимым при применении методов и процедур проверки достоверности (см. раздел 5.7), особенно когда речь идет о более сложных моделях. *Эффективная практика* заключается в получении соответствующего опыта в области разработки и обзора методов, приобретения данных и моделей.

5.5.6 Документация, архивация и отчетность

Эффективная практика заключается в документировании и архивации всей информации, необходимой для подготовки оценок национальных кадастров согласно описанию, содержащемуся в РУЭП2000 (глава 8 «Обеспечение качества и контроль качества», подраздел 8.10.1 «Внутренняя документация и архивация»), включая результаты деятельности по проверке достоверности и изменения во входных данных и методах предыдущих лет. Для обеспечения прозрачности документация должна быть достаточно объемной, чтобы обеспечить возможность проверки правильности оценок выбросов для ключевых категорий. Для осуществления процедур документирования и архивации в секторе ЗИЗЛХ главное внимание следует уделять следующим вопросам:

- Ввиду вероятности использования выборочных данных и отсутствия ежегодных данных по площадям, накоплениям или параметрам оценок особенно важное значение имеет документация, касающаяся согласованности временного ряда данных и методов интерполяции между выборками и годами.
- Ввиду важного значения четкой классификации землепользования в каждый год и точного и поддающегося проверке отслеживания категорий во времени, должна предоставляться информация о категориях землепользования.
- Ввиду сложности данных и моделей по ЗИЗЛХ, предоставление подробной документации позволяет провести внутренние проверки и исследования КК, а также эффективные внешние обзоры ОК:
 - i) следует обсуждать, документировать и архивировать обоснование выбора моделей и их соответствие *руководящим указаниям по эффективной практике*, изложенным в главе 3;

- ii) архивы должны содержать документацию, представленную разработчиками моделей в отношении предположений и функционирования моделей, включая источники данных, коды источников (если таковые имеются) и прочую информацию (такую как анализы чувствительности);
- iii) документация должна включать данные о процедурах ОК/КК, регулирующих применение моделей, причем как существующих процедур, так и документации, полученной от разработчиков моделей, а также информацию о деятельности по разработке дополнительных или расширенных процедур.

5.5.7 Вопросы, касающиеся статей 3.3 и 3.4 Киотского протокола

Эффективная практика заключается в выполнении процедур КК уровня 1 и уровня 2, описанных в подразделах 5.5.3 и 5.5.4, для подготовки оценок, информация о которых представляется согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола.²¹ В своем большинстве требования ОК/КК в отношении оценок ЗИЗЛХ, подготовленных согласно Киотскому протоколу, будут аналогичны требованиям к любым другим оценкам кадастра, однако имеется необходимость проведения дополнительных проверок согласно главе 4. Ниже приводится резюме этих проверок КК уровня 2:

- Определить географическое местоположение границ района, включающего земли, на которых осуществляется деятельность согласно статьям 3.3 и 3.4 (если она избирается). Особую осторожность необходимо проявлять в отношении представления информации согласно Киотскому протоколу об отнесении конкретных видов деятельности к соответствующим категориям землепользования при отслеживании переходов земельной площади из одной категории в другую, когда осуществляются разные виды деятельности, один после другого, в течение или между периодами действия обязательств согласно Киотскому протоколу, которые объясняются в главе 4.
- Проверить наличие данных для оценки чистого учета по некоторым видам деятельности согласно статье 3.4 Киотского протокола. Важно документально оформить оценки как для базового года, так и периода действия обязательств. Особенно важное значение имеет документирование любых аппроксимаций, требуемых для оценки данных для базового года.
- Обеспечить, чтобы исторические данные прошли проверки КК столь же тщательные, что и проверки данных текущего года.
- Проверить данные анализа, проведенного для определения того, что тот пул, по которому не представляется информация, не является источником.

²¹ В настоящем разделе рассматриваются только виды деятельности, предусмотренные статьями 3.3 и 3.4 Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Он не касается проектов (осуществляемых согласно статьям 6 и 12 Киотского протокола).

5.6 СОГЛАСОВАННОСТЬ ВРЕМЕННОГО РЯДА И ПЕРЕСЧЕТЫ

5.6.1 Введение

Кадастры парниковых газов для сектора ЗИЗЛХ обычно основаны на многочисленных входных данных, предположениях и моделях, которые сводятся воедино согласованным и прозрачным образом. Поскольку главный интерес в кадастре представляет его тенденция, весьма важно обеспечить, чтобы итоговые величины кадастра, оцененные для разных лет, были сопоставимыми, насколько это возможно с практической точки зрения. Согласно подготовленным МГЭИК Руководящим указаниям по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов (*РУЭП2000*, МГЭИК, 2000 г.) наиболее целесообразно использовать одну и ту же методологию и согласованные источники данных для всех лет кадастра. Если это не представляется возможным, согласованность временного ряда может быть аппроксимирована при помощи методов, описанных в настоящем разделе. Пересчеты подразумевают изменения в предыдущих оценках в связи с изменениями в методологии или методологическими усовершенствованиями.

Предполагается, что использование методологий пересчета в кадастрах категорий ЗИЗЛХ будет иметь особо важное значение по двум причинам. Во-первых, процесс разработки методов составления кадастров и средств (моделей) интерполяции/экстраполяции для этого сектора носит постоянный характер, и ожидается, что со временем будут внесены изменения в методы многих стран ввиду сложности соответствующих процедур. Это явится результатом либо изменений в используемых уровнях, либо изменений национальных методов. Вторая причина того, что вопросы пересчета являются важными, заключается в том, что определенные данные, необходимые для расчета кадастра по категории ЗИЗЛХ, невозможно собирать на ежегодной основе. Например, данные для лесного кадастра могут компилироваться только один раз в пять или десять лет. В подобных случаях для выведения ежегодного временного ряда необходимы методы экстраполяции и интерполяции на основе отдельных данных.

В настоящем разделе рассматриваются общие вопросы согласованности временного ряда и использования пересчета в секторе ЗИЗЛХ. Подраздел 5.6.2 посвящен воздействию методологического изменения и методологических усовершенствований (либо данных, либо моделей) и связанных с этим методов пересчета, которые могут быть использованы для обеспечения согласованности кадастра во времени. В подразделе 5.6.3 рассматривается вопрос о подготовке ежегодных кадастров в тех случаях, когда данные имеются лишь с большими интервалами (раз в пять лет). Вопросы, имеющие отношение к Киотскому протоколу, рассматриваются в подразделе 5.6.4.

5.6.2 Согласованность временного ряда и методологическое изменение

Поскольку методы составления кадастров становятся более совершенными и появляются более соответствующие данные, *эффективная практика* заключается в применении этой новой информации, если она повышает достоверность и точность кадастра²². При внесении изменений в методы или входные данные необходимо проявлять осторожность и обеспечить, чтобы изменения в кадастре в течение времени отражали реальные изменения в выбросах или абсорбции, а не просто структуру методологических усовершенствований. Например, если страна переходит от метода уровня 1 в определенный год к более высокому уровню в следующий год, то любое изменение в выбросах и/или абсорбции в период между этими двумя годами будет отражать как разные методы, так и реальные изменения. При использовании разных методов в два разных периода возникает возможность того, что временной ряд будет *не согласованным* для этих двух периодов. Стандартный метод обеспечения согласованности состоит в *пересчете* оценок посредством того же самого метода, который используется для всех лет кадастра, если это возможно. Цель этот пересчета состоит в обеспечении того, чтобы весь временной ряд отражал новые данные и/или метод. Если невозможно использовать новые данные или методы на протяжении всего временного ряда, должны быть рассмотрены альтернативные варианты.

²² Новые методы или данные, которые, как считается, не повышают качество конечной оценки кадастра, и поэтому не используются, могут дать полезную информацию для проведения анализа неопределенности, ОК/КК и проверки достоверности данных.

В разделе 7.3 *РУЭП2000* «Пересчеты» описываются методы пересчета и обеспечения согласованности временного ряда, и на него следует ссылаться для получения общего описания *руководящих указаний по эффективной практике* в этой области. В *РУЭП2000* этот вопрос не рассматривается применительно к конкретному сектору и может применяться непосредственно к сектору ЗИЗЛХ. Однако, учитывая текущее повышение качества данных и методов в этом секторе, ожидается, что применение методов пересчета будет иметь особенно важное значение. Согласно *РУЭП2000 эффективная практика* заключается в *пересчете* ранее сообщенных оценок кадастра в тех случаях, когда:

- *Ошибки были выявлены в предыдущих данных кадастра, моделях или методах, которые затрагивают уровень или тенденцию кадастра.* Если ошибки исправляются в последующих кадастрах, однако не проводится пересчет для внесения исправлений в предыдущие кадастры, результатом будет представление неправильной информации о кадастре;
- *Имеющиеся данные изменились.* Наличие данных является исключительно важным определяющим фактором соответствующего метода, и таким образом изменения в имеющихся данных могут привести к внесению изменений или уточнений в методы. Поскольку составляющие кадастры учреждения приобретают опыт и выделяют дополнительные ресурсы для подготовки кадастров выбросов парниковых газов, ожидается, что наличие данные будет улучшаться²³. В целом, однако, составляющим кадастры учреждениям следует выбирать методы и собирать данные сообразно определению ключевых категорий источников и поглотителей, о чем говорится в подразделе 5.4.5.
- *Ранее использованный метод не соответствует руководящим указаниями по эффективной практике для данной категории источников/поглотителей,* о чем говорится в главах 2, 3 или 4.
- *Категория источников/поглотителей стала ключевой.* Категория источников или поглотителей могла, вероятно, не считаться ключевой в базовый год в зависимости от применяемых критериев, однако могла стать ключевой в следующем году. Например, страна могла бы начать осуществление программ по облесению, которые могут привести к значительному расширению облесенных земель, или в стране могло происходить широкомасштабное переустройство лесных площадей в городские поселения, что могло привести к осязательному увеличению территории обезлесения. Составляющие кадастры учреждения, которые прогнозируют подобные виды существенных изменений и итоговые изменения в методах более высокого уровня в категории, могут пожелать рассмотреть эту возможность до того, как эта категория станет ключевой.
- *Используемый ранее метод является недостаточным для отражения прозрачным образом деятельности в области уменьшения выбросов.* Поскольку происходит внедрение методов и технологий для уменьшения выбросов или усиления абсорбции, составляющим кадастры учреждениям следует использовать методы, которые могут учитывать итоговые изменения, связанные с уменьшением выбросов или абсорбции, прозрачным образом. Если ранее используемые методы являются недостаточно прозрачными, то *эффективная практика* заключается в их изменении или усовершенствовании.
- *Появились более широкие возможности для подготовки кадастра.* Со временем людской и/или финансовый потенциал для подготовки кадастров может увеличиться. Если у составляющих кадастры учреждений появляются дополнительные возможности по подготовке кадастра, *эффективная практика* заключается в изменении или усовершенствовании методов, с тем чтобы готовить более точные, полные или прозрачные оценки, особенно для ключевых категорий.
- *Появились новые методы.* В будущем могут быть разработаны новые методы, которые берут на вооружение новые технологии или более совершенные научные знания. Например, технология дистанционного зондирования и моделирование конкретного места открывают практические возможности для оценки выбросов в результате деятельности по расчистке земель более точным образом по сравнению с использованием простых обобщенных коэффициентов выбросов/данных о деятельности. Составляющим кадастры учреждениям следует обеспечить, чтобы их методы соответствовали *Руководящим принципам МГЭИК* и положениям настоящего доклада.

После того, как определена необходимость в пересчете, может быть рассмотрен целый ряд подходов к решению проблемы потенциальных несоответствий во временном ряде. Выбор метода пересчета обычно зависит от тех данных, которые имеются для выполнения пересчетов. В *РУЭП2000* рассматривается несколько методов, резюме которых приводится в таблице 5.6.1. Подходы, описанные в *РУЭП2000*, концептуально полностью применимы к сектору ЗИЗЛХ.

²³ В некоторых обстоятельствах сбор данных может уменьшиться, что также может привести к внесению изменения или уточнения в метод.

ТАБЛИЦА 5.6.1
РЕЗЮМЕ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОГЛАСОВАННОСТИ ВРЕМЕННОГО РЯДА

Подход	Условия применимости	Замечания
Общий пересчет	Требуемые данные имеются для всех временных периодов.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Эффективная практика</i>, если возможно.
Интерполяция	Данные, необходимые для пересчета с использованием нового метода, имеются за перемежающиеся годы во временном ряду.	<ul style="list-style-type: none"> • Оценочные значения выбросов могут быть линейно интерполированы за периоды, в которые новый метод не может быть применен.
Экстраполяции тенденции	Данные для нового метода собраны не на ежегодной основе и отсутствуют на начало или конец временного ряда.	<ul style="list-style-type: none"> • Наибольшая надежность обеспечивается, если конкретная тенденция во времени носит постоянный характер. • Не следует использовать, если тенденция изменяется (в этом случае наиболее подходящим может быть метод замещения). • Не следует использовать в отношении продолжительных периодов.
Частичное совмещение	Данные, необходимые для применения как ранее использовавшегося, так и нового метода, должны быть в наличии как минимум за один год.	<ul style="list-style-type: none"> • Наибольшая надежность достигается, когда может быть проведена оценка частичного совмещения между двумя или несколькими комплектами ежегодных оценочных значений выбросов. • Если соотношение между двумя методами в течение периода частичного совмещения является непоследовательным, этот подход не следует использовать для пересчета.
Замещение	Коэффициенты выбросов или данные о деятельности, используемые в новом методе, строго скоррелированы с другими хорошо известными и более доступными индикативными данными.	<ul style="list-style-type: none"> • Множественные комплекты индикативных данных (единичных или в сочетаниях) должны быть проверены с целью определения наиболее строгой корреляции. • Не следует применять для продолжительных периодов.

Практически невозможно перечислить все возможные вопросы, которые могут возникнуть при пересчете, или дать подробные рекомендации по методике пересчета, которая подходит для всех ситуаций. Каждый случай должен рассматриваться по существу, и основу избранной методологии пересчета должен определять компромисс между стоимостью ее применения и общим воздействием на согласованность временного ряда.

За несколько лет, в течение которых готовится кадастр, может произойти целый ряд методологических изменений. В простых случаях (при перемещении между уровнями) в результате проведения выборки или экспериментов могут появиться коэффициенты выбросов по конкретным странам. В таком случае *эффективная практика* заключается в пересчете временного ряда с включением этих новых коэффициентов выбросов с учетом имеющихся данных о деятельности. Могут также возникнуть более сложные ситуации. Например:

- Со временем могут измениться приборы, используемые для сбора данных о деятельности, и невозможно вернуться назад во времени для применения нового прибора. Например, меры по расчистке территории могут оцениваться путем использования спутниковых изображений, однако спутники, имеющиеся для проведения этой работы, меняются или со временем устаревают. В таком случае наиболее применимым является метод частичного совмещения.
- Некоторые источники данных могут быть недоступны на ежегодной основе из-за ограничений в ресурсах. В таком случае наиболее подходящим вариантом может быть интерполяция между годами или экстраполяция для годов, следующих после последнего года, когда имелись данные измерений.
- Выбросы и абсорбция в секторе ЗИЗЛХ обычно зависят от прошлой деятельности в области землепользования. В этой связи данные должны охватывать значительный исторический период (20-100 лет), а качество таких данных часто будет меняться во времени. В этом случае необходимыми могут оказаться такие методы, как частичное совмещение, интерполяция или экстраполяция.
- Для расчета коэффициентов выбросов обычно потребуется сочетание работы по проведению выборки и моделирования. Критерий согласованности временного ряда должен также применяться к работе по

моделированию. Модели могут рассматриваться в качестве способа преобразования входных данных для получения конечных результатов. В большинстве случаев, когда во входные данные вносятся изменения или в модель включаются математические соотношения, следует провести пересчет всего временного ряда оценок (см. таблицу 5.6.1). В обстоятельствах, при которых это является практически невозможным из-за имеющихся данных, могут быть применены вариации метода частичного замещения.

5.6.3 Пересчет и периодические данные

Лишь в редких случаях национальные кадастры ресурсов или природоохранные кадастры, такие как национальные лесные кадастры, охватывают всю территорию страны на ежегодной основе. Вместо этого они обычно готовятся раз в пять или десять лет или же по регионам, при этом предполагается, что оценки на национальном уровне могут быть непосредственно получены лишь после того, как завершена подготовка кадастра в каждом регионе.

Если данные имеются с периодичностью меньшей, чем годовая, то возникает несколько вопросов. Во-первых, оценки необходимо обновлять каждый раз, когда поступают новые данные, и годы между периодами имеющихся данных необходимо пересчитывать тем или иным образом. Второй вопрос заключается в подготовке кадастров за годы после последней имеющейся точки ввода данных и до получения новых данных. В подобных случаях новые оценки следует экстраполировать на основе имеющихся данных, а затем пересчитывать после получения новых данных.

Выбор метода для обеспечения согласованности временного ряда будет зависеть от конкретных имеющихся данных. Если имеются данные замещения (т.е. альтернативные комплекты данных, которые могут быть использованы в качестве замены отсутствующих данных), они могут быть полезной основой для экстраполирования тенденции в периодических данных и последующей интерполяции тех же самых данных, после определенного цикла сбора данных. При отсутствии каких-либо данных замещения и прочей информации единственным имеющимся методом является экстраполяция с проведением пересчета интерполированных данных оценок после получения данных новых наблюдений. Таким образом, *эффективная практика* заключается в осуществлении попытки нахождения надежных данных замены для проведения экстраполяции и интерполяции, когда невозможно получать на ежегодной основе основополагающие данные, используемые для оценок кадастра. В блоке 5.6.1 и блоке 5.6.2 приводятся два примера практических подходов.

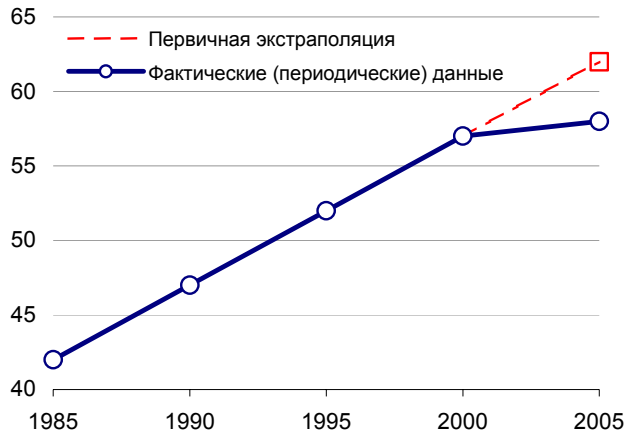
Блок 5.6.1

ПРИМЕР СЛУЧАЯ, КОГДА НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛЕСНОЙ КАДАСТР ГОТОВИТСЯ РАЗ В ПЯТЬ ЛЕТ

Рассмотрим случай, когда национальный лесной кадастр готовится раз в пять лет. В этой связи оценки нескольких типов требуемых данных (например, рост деревьев) будут проводиться с определенными интервалами. Исходя из того, что рост в среднем остается разумно стабильным между разными годами, следует подготовить на основе экстраполяции прошлых оценок оценки кадастра за годы, следующие после периода наличия последних данных (т.е. тенденции роста деревьев). Таким образом, на рисунке 5.6.1 получена оценка биомассы за 2003 г. на определенном участке, хотя самое последнее измерение проводилось в 2000 г. Тенденция на период между 1995 и 2000 гг. просто экстраполируется линейным образом. На практике мог бы быть использован обмер древесины для учета экспоненциального поведения, однако этот метод не рассматривается в этом простом примере. Кроме того, экстраполяция может быть получена путем использования данных замещения или более сложного моделирования с учетом параметров, которые оказывают влияние на тот параметр, который мы хотим экстраполировать.

Затем после того, как собраны новые данные за 2005 г. (рисунок 5.6.1), необходимо провести пересчет оценок в промежуточные годы (2001-2004 гг.), используя для этого соответствующий метод (например, сочетание методов интерполяции и замещения). В этом примере будет приведен пересчет оценок для всех этих промежуточных лет (2001-2004 гг.), поскольку оценка за 2005 г. оказалась ниже по сравнению с экстраполированной тенденцией.

РИСУНОК 5.6.1
ПЕРЕСЧИТАННАЯ ОЦЕНКА ЗА 2003 Г., ОСНОВАННАЯ НА ЛИНЕЙНОЙ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ



Блок 5.6.2

ПРИМЕР МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ НА УЧАСТКЕ ВО ВРЕМЕНИ

Рассмотрим моделирование выбросов на участке во времени. Это может оказаться, вероятно, полезным в случае подхода к конкретной стране, если кадастр был основан на отслеживании либо выборки, либо полной популяции участков.

Как правило, физическое ежегодное посещение всех участков для оценки изменений в землепользовании не будет являться эффективным с экономической точки зрения. Вместо этого для измерения таких изменений, как расчистка территории, могут применяться методы дистанционного зондирования, при этом будет обеспечиваться гораздо более широкий охват с использованием методов, компенсирующих более низкую точность данных, по сравнению с посещениями земельных участков. Из-за расходов, связанных с получением и обработкой данных дистанционного зондирования, использование данных дистанционного зондирования на ежегодной основе может оказаться практически неосуществимым или экономически неэффективным. Вместо этого эти данные можно получать, вероятно, с интервалами в несколько лет и интерполировать промежуточные периоды.

Если мероприятия по расчистке территории выявляются посредством периодических обследований или дистанционного зондирования, необходимо распределять выбросы по одному или более годам, предшествующим данному мероприятию. При отсутствии какой-либо замещающей или дополнительной информации, указывающей год или годы, в которых имело место данное событие, *эффективная практика* заключается в распределении выбросов, начиная с мероприятия по расчистке, с равными приращениями к каждому году. Например, если дистанционное зондирование показывает, что на определенном участке в течение 1997 г. происходило облесение, а затем к 2000 г. на нем была проведена вырубка леса, то в таком случае эта вырубка могла иметь место в 1998, 1999 или 2000 гг.

Наличие замещающей информации может явиться причиной применения иного подхода к данному анализу. При подготовке оценок в период, предшествующий поступлению новых спутниковых данных (т.е. первоначальные кадастры за 1999 и 2000 гг.), необходимо осуществить экстраполяцию по предшествующим годам, возможно, с использованием административных записей. *Эффективная практика* заключается в проведении, по возможности, более надежной экстраполяции на основе самых точных имеющихся данных и при ограниченных ресурсах, учитывая при этом, что оценки будут пересмотрены в будущем, когда в наличии будет более подробная информация.

В качестве дополнения к анализу неопределенностей для этой категории, мероприятия по расчистке территории могут быть рандомизированы по одному из указанных трех лет (т.е. привязаны к каждому году с вероятностью 1/3). Аналогичным образом посредством метода Монте-Карло можно повторно привязывать мероприятия по расчистке территории к случайному году, а затем рассчитывать неопределенность в выбросах или абсорбции для данного сектора. Это внесет дополнительную неопределенность в точное время расчистки в данной оценке. Если из административных записей известны масштабы расчистки, эта информация может быть использована для корректировки вероятностей интерполяции. Например, если масштабы расчистки в 1998 г. согласно оценке в два раза превышает аналогичный показатель 1999 г. и 2000 г., то в таком случае мы можем оценивать данную вероятность для вышеуказанного примера на уровне 1/2 масштабов расчистки в 1998 г. и 1/4 масштабов расчистки в 1999 и 2000 гг.

5.6.4 Вопросы, связанные со статьями 3.3 и 3.4 Киотского протокола

В целом, *эффективная практика* по обеспечению согласованности временного ряда и проведению пересчета оценок сектора ЗИЗЛХ, подготовленных согласно требованиям Киотского протокола в отношении представления дополнительной информации, будет аналогична эффективной практике для любых других оценок кадастра. В то же время имеются некоторые особые вопросы, которые имеют конкретное отношение к статьям 3.3 и 3.4, которые должны учитываться в рамках *эффективной практики*:

- Необходимость представления информации на ежегодной основе о географическом местоположении границ района, которые охватывают земли, на которых осуществляется данная деятельность. В течение периода действия обязательств согласно Киотскому протоколу необходимо будет обновлять определение таких районов, если под действие статей 3.3 и 3.4 попадают новые земли. Таким образом, необходимо будет обеспечить согласованное представление этих районов за обратный период к 1990 г. или к началу любой деятельности согласно статьям 3.3 и 3.4, а также должным образом отслеживать переходы этих земель между категориями. *Эффективная практика* заключается в использовании методов, описанных в разделе 5.6.
- Необходимость проведения пересчетов ввиду получения обновленной информации по неежегодным данным (см. главу 4, содержащую более подробное описание методики обработки неежегодных данных).

5.6.5 Отчетность и документация

В любом случае пересчеты, выполненные для обеспечения согласованности временного ряда, должны быть тщательным образом документированы ввиду сложности процессов и больших временных и географических масштабов, которыми обычно характеризуется сектор ЗИЗЛХ. К этому сектору в полной мере применяются изложенные в *РУЭП2000 руководящие указания по эффективной практике*, касающиеся документирования согласованности временного ряда. В *РУЭП2000* говорится о том, что четкое документирование пересчетов является чрезвычайно важным для обеспечения прозрачности оценок выбросов и для демонстрации того, что конкретный пересчет направлен на повышение точности и полноты охвата. В целом при проведении пересчетов следует документировать следующую информацию:

- Влияние пересчетов на уровень и тенденцию оценки (путем представления оценок, полученных с использованием как ранее применявшихся, так и новых методов).
- Причина проведения пересчета (см. подраздел 7.2.1 *РУЭП2000* «Количественные подходы к определению ключевых категорий источников» для дальнейшего рассмотрения этого вопроса).
- Описание измененных или уточненных данных, моделей, предположений, величин коэффициентов и/или метода.
- Обоснование для изменения или усовершенствования методологии в смысле повышения точности, прозрачности или полноты охвата.
- Подход, использованный для пересчета ранее представленных оценок.
- Логическое обоснование выбора конкретного подхода, в которое следует включить сопоставление результатов, полученных при использовании выбранного подхода и других возможных альтернативных подходов, включая в идеальном варианте простой график выбросов или абсорбции в сопоставлении со временем или данными о соответствующей деятельности, или и тем, и другим вместе.

5.7 ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ

5.7.1 Введение

Цель проверки достоверности национальных кадастров парниковых газов заключается в установлении их надежности и проверке точности сообщаемых цифровых данных независимыми средствами. Проверка достоверности может проводиться на нескольких уровнях: на уровне проекта, национальном и международном уровнях.

Общими целями проверки достоверности является следующее:

- Вносить вклад в совершенствование кадастров;
- Повышать степень доверия к оценкам и тенденциям;
- Содействовать повышению понимания на научном уровне.

Эти цели могут быть достигнуты посредством проведения внутренних и внешних проверок кадастров. Внутренняя проверка достоверности обычно осуществляется составляющими кадастр учреждениями, а внешняя проверка достоверности будет проводиться другими органами (например, другие правительственные учреждения, частные компании, научно-исследовательские консорциумы, независимые ученые, неправительственные организации).

В блоке 5.7.1 приводится определение проверки достоверности, которое дается в глоссарии, содержащемся в Руководящих указаниях по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов (*ПУЭП2000*, МГЭИК, 2000 г.) (см. также Глоссарий):

Блок 5.7.1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОВЕРКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАДАСТРА

Проверка достоверности относится к сбору данных о деятельности и процедурах, которые могут осуществляться в ходе планирования и разработки или после составления кадастра, и которые могут способствовать определению его достоверности для целевых применений этого кадастра.

В целом проверка достоверности, описанная в приложении 2 «Проверка достоверности» к *ПУЭП2000*, также имеет отношение к сектору ЗИЗЛХ. Существует много подходов к проверке достоверности, включая: сравнение оценок кадастра с независимыми оценками, процедурами и комплектами данных; коллективный и публичный обзор; и прямое измерение выбросов и абсорбции парниковых газов. Концепции проверки достоверности могут также включать изучение конкретных аспектов кадастра, таких как основополагающие данные (сбор, копирование и анализ), коэффициенты выбросов, данные о деятельности, предположения и правила, используемые для расчетов (соответствие и применение методов, включая модели) и процедуры повышения качества. Независимо от того, какая концепция проверки достоверности применяется или какие аспекты кадастра подвергаются проверке достоверности, *эффективная практика* заключается в проведении проверки достоверности с использованием данных и методов, которые не имеют отношения к тем данным и методам, которые были использованы для подготовки данного кадастра.

В определенной мере сектор ЗИЗЛХ требует особых подходов к проверке достоверности ввиду уникального характера методов оценки. В идеальном варианте проверка достоверности деятельности в секторе ЗИЗЛХ будет основана на полном учете выбросов и абсорбции на национальном уровне, измеряемых при помощи независимых методов на разных уровнях и, если это возможно, дополняемых подходами по нисходящему принципу, основанных на атмосферных измерениях. Подобная проверка достоверности будет сложной и ресурсоемкой и будет, вероятно, проводиться научно-исследовательскими консорциумами и/или программами. Более вероятным является то, что составляющие кадастры учреждения будут применять некоторые более ограниченные концепции проверки достоверности или будут стремиться удовлетворить свои потребности в проверке достоверности в рамках уже осуществляемой научно-исследовательской деятельности. Концепции внешней проверки достоверности, описанные в настоящем разделе, могут оказать содействие составляющим кадастр учреждениям в оценке их результатов.

В настоящем разделе излагается целый ряд подходов к проверке достоверности, и даются практические руководящие указания в отношении методики их применения ко всему национальному кадастру или его частям. Подраздел 5.7.2 содержит описание некоторых имеющихся подходов к проверке достоверности оценок кадастра и/или данных, на которых он основан. В подразделе 5.7.3 даются практические рекомендации по проверке достоверности кадастров ЗИЗЛХ. В подразделе 5.7.4 рассматриваются некоторые вопросы проверки

достоверности, которые имеют непосредственное отношение к Киотскому протоколу.²⁴ В подразделе 5.7.5 рассматриваются вопросы представления отчетности и документации. ОК/КК тесно связаны с проверкой достоверности, и этот вопрос рассматривается в разделе 5.5 этой главы. И наконец, в подразделе 5.7.6 приводятся некоторые подробности в отношении подходов к проверке достоверности.

5.7.2 Подходы к проверке достоверности

Составляющее кадастр учреждение (или внешняя группа) могут принимать решение в отношении проверки всего кадастра, его части или основополагающих данных и моделей, по которым был проведен расчет оценок кадастра. В настоящем разделе дается описание подходов, которые могут быть использованы для проверки достоверности оценок кадастра, включая некоторые методы, которые позволяют провести проверку достоверности всего кадастра, и многих методов, которые могут быть использованы для проверки отдельных элементов кадастра. Критерии для отбора подходов к проверке достоверности включают: степень интереса, расходы, желаемый уровень точности и погрешности, сложность разработки и осуществления подходов к проверке достоверности и требуемый уровень знаний, которые необходимы для проведения проверки достоверности. Для каждого подхода дается техническое описание с указанием его применимости (например, для конкретной категории, типа данных). Приводятся также руководящие указания по применению данного подхода, и таблица 5.7.1 содержит информацию, предназначенную для оказания содействия в определении наиболее подходящих подходов для проверки достоверности классификации земельных площадей, основных пулов углерода и парниковых газов иных, нежели CO₂, хотя это таблица не является всеобъемлющей. В подразделе 5.7.4 дается описание общей применимости подходов к проверке достоверности для оценок выбросов и абсорбции в секторе ЗИЗЛХ с целью представления информации согласно Киотскому протоколу.

В целом самыми существенными выбросами и абсорбцией, связанными в ЗИЗЛХ, являются выбросы и абсорбция двуокси углерода (CO₂). В то же время сектор ЗИЗЛХ включает также парниковые газы иные, нежели CO₂ (главным образом выбросы), образующиеся в результате внесения удобрений в лесах, расчистки земель, подготовки почвы к облесению/лесовозобновлению, управления пастбищными угодьями и пахотными землями и других видов практики. Эти парниковые газы иные, нежели CO₂, включают метан (CH₄), закись азота (N₂O), окись углерода (CO), окислы азота (NO_x) и летучие неметановые органические соединения (ЛНОС). Выбросы и абсорбция CO₂ могут определяться и проверяться непосредственно в качестве изменений в накоплениях углерода в биомассе или почвах. Для газов иных, нежели CO₂, потоки могут измеряться с целью проверки достоверности ежегодных оценок выбросов.

Существуют многочисленные подходы, которые могут быть использованы для проверки достоверности оценок выбросов и абсорбции в секторе ЗИЗЛХ. Общая проверка достоверности может включать перекрестную проверку результатов в разных географических масштабах – от регионального до глобального. Однако подобная перекрестная проверка требует значительного времени и характеризуется вероятностью ее осуществления в течение многих лет, а не на основе единого года. По сравнению с выбросами ископаемого топлива деятельность в секторе ЗИЗЛХ с большей трудностью поддается оценке за короткие периоды времени, поскольку содержащийся в биосфере углерод часто с трудом поддается мониторингу и характеризуется медленным восстановлением равновесия. Соответственно оценка результирующих антропогенных воздействий на углерод биосферы потребует продолжительного периода времени (Nilsson *et al.* 2001).

Таблица 5.7.1 содержит резюме сведений о применимости целого ряда подходов к проверке достоверности к разным аспектам оценки кадастра ЗИЗЛХ. Более подробные описания этих подходов содержатся в следующей части данного раздела.

ПОДХОД 1. СРАВНЕНИЕ С ДРУГОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

Сравнение кадастра ЗИЗЛХ с другими, независимо составленными кадастрами или комплектами данными, может быть полезным и эффективным средством проверки достоверности. В рамках этого подхода возможна проверка достоверности двух широких типов: сравнение с независимыми кадастрами (подход 1a) или сравнение с международными программами и комплектами данных (подход 1b).

Подход 1a. Сравнение с независимыми кадастрами

В некоторых странах возможной может оказаться проверка достоверности национальных оценок ЗИЗЛХ, подготовленных составляющим кадастр учреждением, при помощи кадастров, составленных другими

²⁴ Осуществимость проверки является одним из требований согласно статье 3.3 Киотского протокола, а также согласно статьям 3.3 и 3.4, о чем говорится в пункте 17 приложения к проекту решения по ЗИЗЛХ, согласованному в Марракешских договоренностях (см. FCCC/CP/2001/13/Add.1, с. 79).

организациями (т.е. другими национальными, региональными/провинциальными учреждениями, научно-исследовательскими организациям и т.д.). Подобные внешние кадастры могут быть использованы для проверки достоверности, если для подготовки сообщенных оценок не использовались те же самые основополагающие данные и если могут быть оценены связи между секторами и категориями в разных кадастрах. Поэтому *эффективная практика* заключается в обеспечении того, чтобы один и тот же комплект данных уже не использовался для расчета/оценки определенной сообщенной категории ЗИЗЛХ. При сравнении независимых кадастров важно также учитывать неопределенности в этих оценках.

Другим эффективным подходом к проверке достоверности является сравнение информации кадастра между странами или группами стран. Подобное сравнение может быть проведено для общих оценок конкретных категорий источников/поглотителей, предположений по умолчанию и/или данных, использованных для составления национального кадастра. Подобный подход может быть весьма недорогостоящим в плане его применения, однако необходимо проявлять осторожность и обеспечить, чтобы характеристики избранных стран были фактически сопоставимыми (т.е. они должны иметь аналогичные климатические или биомные характеристики). Иногда данные, основанные на кадастрах из других стран, могут быть более тесно связаны с национальными условиями по сравнению с теми данными, которые были рассчитаны при помощи общих коэффициентов выбросов по умолчанию или данных о деятельности, и могут быть в свою очередь использованы для усовершенствования кадастра.

Сравнение данных или оценок кадастра с другими кадастрами может являться недорогостоящим и весьма простым подходом к проверке достоверности. В целом он не требует наличия квалифицированных технических специалистов или высококвалифицированного персонала, особенно по сравнению с требованиями таких подходов, как дистанционное зондирование или моделирование. Этот метод может применяться ко всем элементам оценки, включая классификацию земельных площадей, кадастры различных пулов углерода, оценку газов иных, нежели CO₂, и такие виды деятельности как облесение, лесовозобновление и обезлесение. Ключевым определяющим фактором его приемлемости является наличие альтернативных кадастров, с которыми может проводиться сравнение. *Эффективная практика* заключается в использовании этого подхода, если имеются подобные кадастры. Если в результате подобных сравнений выявляются существенные различия, необходимо исследовать их причины, с тем чтобы дать правильное толкование результатов и отметить возможные области для проведения последующих проверок кадастра.

Таблица 5.7.1 Применимость подходов к проверке достоверности для определения земельных площадей, пулов углерода и парниковых газов иных, нежели CO ₂					
	Подход 1 Сравнение с другими кадастрами и другими независимыми комплектами данных	Подход 2 Применение методов более высокого уровня	Подход 3 Прямое измерение	Подход 4 Дистанционное зондирование	Подход 5 Моделирование
Земельная площадь	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Неприемлем	Приемлем	Неприемлем
Пулы углерода					
Надземная биомасса	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Приемлем (необходимы данные о поверхности)	Приемлем (модели регрессии, экосистемы и роста)
Подземная биомасса	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Неприемлем	Приемлем (модели регрессии, экосистемы и роста)
Валежная древесина	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Неприемлем	Приемлем (модели, экосистемы и модели на основе кадастра)
Лесная Подстилка	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Неприемлем	Приемлем (модели экосистемы и модели на основе кадастра)
Органическое вещество почвы	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Неприемлем	Приемлем (модели экосистемы и модели на основе кадастра)

Парниковые газы и иные, нежели CO₂	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Неприемлем	Приемлем (модели экосистемы)
Кэффициенты выбросов	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Неприемлем	Приемлем (модели экосистемы)
Доклад о деятельности/землепользовании					
Лес, пастбища, возделываемые земли, прочие виды землепользования	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Приемлем, особенно для определения земного покрова/землепользования и их изменений	Приемлем, требуется большое количество данных. Может являться альтернативным подходом, если отсутствуют оценки на основе прямых измерений и данных дистанционного зондирования
Проекты в области облесения, лесовозобновления, обезлесения	Приемлем при наличии данных	Приемлем при наличии данных	Приемлем (ресурсоёмкий)	Приемлем, особенно для определения земного покрова/землепользования и их изменений	Практически нецелесообразен

Подход 1b. Сравнения с международными программами и комплектами данных

В настоящее время идет осуществление ряда инициатив в области научных исследований и мониторинга на международном уровне как в масштабе региона/континента (исследовательские проекты, сети мониторинга и т.д.), так и в глобальном масштабе (дистанционное зондирование биосферы, центр архивации глобальных данных, сети аналогичных исследовательских инициатив между регионами и т.д.).

Для сектора ЗИЗЛХ большая часть этой исследовательской работы связана с количественным определением роли экосистем суши, особенно лесов, в углеродном цикле – от экосистемы до глобального масштаба. В этой связи многие результаты, полученные сетями научно-исследовательских учреждений и мониторинга, могут иметь отношение к проверке достоверности информации, представляемой по сектору ЗИЗЛХ, а также к другим комплексным вопросам, таким как вопросы, касающиеся ОК/КК и неопределенностей.

Масштаб и уровень обобщения (национальный, региональный и т.д.) данных и информации, которые могут быть получены от таких программ и комплектов данных, могут оказаться полезными на разных этапах и уровнях процедуры проверки достоверности (внутренний и внешний аудит, сравнение с данными, собранными другими учреждениями и т.д.).

Как и в случае подхода 1a, в сравнение данных кадастра и оценок с независимыми комплектами данных может представлять собой недорогостоящий и простой подход к проверке достоверности. Он может применяться к любому элементу кадастра, для которого имеются альтернативный источник данных. В целом он является весьма приемлемым для классификации земельных площадей, хотя он также может быть использован для проверки достоверности отдельных элементов оценок пулов углерода, парниковых газов иных, нежели CO₂, и видов деятельности, при этом данные, поступающие из научно-исследовательских сетей, могут быть использованы для проверки достоверности данных по конкретным странам (коэффициенты выбросов). Как отмечалось в отношении предыдущего подхода, при использовании международного комплекта данных в целях проверки достоверности *эффективная практика* заключается в обеспечении того, чтобы тот же самый комплект данных уже не использовался для расчета или оценки некоторых элементов сообщаемой категории ЗИЗЛХ. Подобная ситуация может иметь место, в частности, в тех случаях, когда программы и комплекты данных, имеющиеся на международном уровне, составлены на основе национальных статистических данных или включают результаты конкретных исследований, проведенных на территории той страны, которая планирует использовать эти данные для проверки достоверности. Анализ возможных расхождений, возникающих в результате сравнения с международно доступными комплектами данных и кадастрами, должен быть посвящен в первую очередь выявлению возможных причин подобных расхождений, при этом конечной задачей является усовершенствование всего кадастра. Связи с некоторыми международными программами и комплектами данных, которые могут оказаться полезными для целей проверки достоверности, указаны в блоке 5.7.6 «Программы и сети, имеющие отношение к ЗИЗЛХ» в подразделе 5.7.6. Другие полезные связи с открытыми источниками данных о землепользовании/земном покрове содержатся в главе 2, приложение 2.A.2 «Примеры международных баз данных о земном покрове».

ПОДХОД 2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БОЛЕЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

Страна может не располагать достаточными данными или ресурсами, для того чтобы использовать методы более высокого уровня для своего общего кадастра выбросов и абсорбции по всем различным категориям сектора ЗИЗЛХ. В некоторых случаях, однако, страна может иметь доступ к более всеобъемлющим комплектам данных по конкретным областям (например, регион или подкатегория). В этом случае страна может провести проверку достоверности части своей оценки, используя метод более высокого уровня. Например, если оценка выбросов и абсорбции парниковых газов в управляемых лесах осуществлялась путем использования методов уровня 1, то составляющее кадастр учреждение может рассмотреть возможность проведения проверки достоверности путем применения данных по конкретной стране к части облесенного района (уровень 2 или уровень 3). В этом случае уравнения биомассы и роста должны существовать или быть разработаны по отдельным областям по меньшей мере для однородных условий роста (биом, климатические регионы), возрастных классов лесов и режимов управления.

Применение методов более высокого уровня для частей кадастра может оказаться эффективным методом проверки достоверности, если имеются необходимые данные, полученные благодаря использованию более подробного метода. Этот подход может применяться к широкому разнообразию масштабов – от участка до национального уровня. Расходы будут разными в зависимости от масштабов проверки достоверности. В целом разработка оценок более высокого уровня для проверки достоверности может быть весьма простой и для нее может быть использован уже имеющийся опыт составления кадастра. Главный вопрос при данном подходе заключается в том, использовать ли частичные оценки более высокого уровня в качестве части самого кадастра или в качестве подхода к проверке достоверности.

ПОДХОД 3. ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Прямые измерения представляют собой подход к проверке достоверности, используемый для различных пулов углерода, а также для выбросов парниковых газов иных, нежели CO₂, и деятельности в области ЗИЗЛХ. В то же время этот подход не является полностью приемлемым для проверки достоверности классификации земельных площадей. Масштаб применения данного подхода может меняться от участка до национального уровня. В ограниченном масштабе прямые измерения могут обеспечивать коэффициенты по умолчанию для конкретной страны или данные о деятельности, в то время как подходы более крупного масштаба могут быть использованы для проверки достоверности секторальных оценок и конкретных видов деятельности. Расходы могут различаться весьма существенным образом, и будут зависеть от размера выборки и желаемой точности. При выборке крупного размера точность может быть весьма высокой. При применении этого подхода самыми существенными проблемами являются общая разработка стратегии выборки и протоколов измерений. Если необходимая инфраструктура существует, то сбор данных измерений, как правило, не представляется технически сложным, хотя этот процесс может быть трудоемким.

При проведении прямых измерений выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ необходимо должным образом учитывать временную и пространственную изменчивость, поскольку выбросы/абсорбция в данный год не обязательно показывают долгосрочные тенденции. Это объясняется тем фактом, что большая часть выбросов и абсорбции в этом секторе связаны с биологическими процессами и зависят от изменчивости климата. Эта проблема может быть частично решена путем использования усредненных совокупных измерений или сглаживания в рамках нескольких лет для получения репрезентативных результатов. Кроме того, воздействие межгодовой изменчивости данных характеризуется тенденцией уменьшения по мере рассмотрения более крупных территорий. Таким образом, прямые измерения в пределах более крупных районов или с более длительными интервалами измерений будут с большей вероятностью отражать последствия практики управления (см. главу 4, подраздел 4.2.3.7 «Межгодовая изменчивость»). Несмотря на признание этих проблем при использовании прямых измерений в качестве средства проверки достоверности, их можно тем не менее с пользой применять различными способами для проверки достоверности оценок и справочных данных по сектору ЗИЗЛХ, о чем говорится ниже.

Живая биомасса (надземная и подземная биомасса)

Сообщаемая информация об изменениях в накоплении углерода в биомассе может быть проверена посредством **прямых измерений изменений накопления**. Имеющиеся в настоящее время методы дают возможность проводить разумно точное измерение изменений в надземной биомассе с периодическими интервалами, хотя в достигших зрелости лесах ежегодные изменения в накоплениях могут быть незначительными для пула данного размера. Имеются также методы для оценки подземной биомассы, хотя в данном случае выборка является более сложной по сравнению с надземной биомассой. Этот подход может применяться, в частности, в лесах, и в то же время он является приемлемым для измерения изменений в живой биомассе при других видах землепользования, которые содержат древесную биомассу, хотя эти виды землепользования не соответствуют определению понятия лесной площади (например, системы агролесомелиорации, пастбищные угодья с восстановленным растительным покровом).

Имеется целый ряд вариантов возможного использования прямых измерений для проверки достоверности оценок биомассы. Например, страна может решить проводить сбор данных для лесного кадастра путем прямых измерений, осуществляемых чаще обычного порядка, например, с интервалом 5-10 лет, для отдельной подвыборки участков для региона. Составляющее кадастр учреждение может также использовать прямые измерения для выведения местных аллометрических соотношений, включая подземную биомассу, которые могут быть использованы для проверки достоверности изменений накопления по всему компоненту живой биомассы. Прямые измерения могут также использоваться в качестве средства проверки достоверности для молодых лесных насаждений или земель, на которых происходит возобновление биомассы, поскольку имеющиеся аллометрические уравнения и коэффициенты разрастания биомассы обычно не применимы для этих пулов. Имеющиеся **исследования экосистем** могут быть использованы для выведения коэффициентов разрастания биомассы по конкретным видам, которые могут быть сопоставлены с коэффициентами по умолчанию, использованными для представления информации, а также для проверки показателя роста конкретных видов лесов.

Мертвое органическое вещество (валежная древесина и лесная подстилка)

Что касается надземной и подземной биомассы, то накопления мертвого органического вещества (лесная подстилка и валежная древесина) могут также оцениваться посредством прямых измерений, однако в лесах пулы подстилки и валежной древесины характеризуются высокой изменчивостью как в пространственном, так и временном отношении (сезонные изменения лесной подстилки, неожиданные изменения, вызванные естественными или антропогенными возмущениями), и для точной оценки накоплений мертвого органического вещества потребуется надлежащая схема выборки. Ожидается, что пулы подстилки не меняются существенным образом в достигших зрелости лесах, и проверка достоверности должна в большей степени касаться районов облесения/лесовозобновления и лесных насаждений, в отношении которых проводятся основные действия в области управления, такие как лесозаготовка, подготовка площадок, прореживание и т.д.

В целом при исследованиях экосистем проводится измерение доли подстилки в надземной биомассе при помощи сеточных захватов (листвы и веток), а также накоплений подстилки посредством ее сбора на нескольких делянках (также крупной валежной древесины). Подобные исследования, если они проводятся, могут способствовать проверке коэффициентов по умолчанию уровня 1, которые иногда используются для представления информации.

Почвы (органическое вещество почвы)

Может также осуществляться проверка достоверности выбросов и абсорбции, связанных с почвами. Как и в случае надземной биомассы, имеются чувствительные методы оценки накоплений углерода почвы. Повторная выборка почвы на территории определенного района, региона, или в национальном масштабе может являться соответствующим подходом для выявления изменений в углероде почвы при разных видах землепользования (леса, пастбища, возделываемые земли). В то же время в экосистемах, в которых не происходит изменений в землепользовании или не осуществляются существенные меры в области управления (например, лесозаготовка достигшего зрелости леса, повышение качества пастбищ, вспашка возделываемых земель и т.д.), изменения в накоплениях углерода почвы могут быть незначительными и с трудом поддающимися точной оценке за короткие периоды времени.

Измерение выбросов и абсорбции парниковых газов, связанных с почвами, может осуществляться в нескольких точках на участке выборки с использованием переносных или мобильных систем взятия образцов газов (кюветы и газоанализаторы). После этого данные измерений в точках выборки необходимо масштабировать до уровней участка/экосистемы, учитывая при этом значительную пространственную изменчивость, характерную для выбросов и абсорбции газов, связанных с почвой. Этот подход используется для измерения как CO₂, так и других парниковых газов (N₂O, CH₄) (Butterbach-Bahl *et al.*, 2002; Janssens *et al.*, 2001). Полученные таким образом данные измерений потоков парниковых газов могут также оказаться полезными при сравнении выбросов до и после применения конкретной практики управления (Steinkamp *et al.*, 2001; Butterbach-Bahl and Rapp, 2002). Непосредственно измеренные величины могут быть использованы для проверки достоверности коэффициентов выбросов по умолчанию, которые в конечном итоге используются на более низких уровнях.

Проверка достоверности изменений в почвенном углероде на землях, на которых происходит изменение вида использования, может осуществляться путем сопоставления измеренных накоплений углерода на землях, на которых было осуществлено переустройство, с накоплениями углерода на землях, где до сих пор осуществляется тот же самый вид землепользования. В подобном случае следует проявлять осторожность и обеспечить точное соответствие парных участков с точки зрения тех факторов, которые могут оказать влияние на показатели оборота почвенного углерода (например, тип почвы, естественная растительность, дренаж, топография и т.д.)

Измерения потоков парниковых газов в масштабе экосистемы

Прямые измерения **потоков парниковых газов** в масштабе экосистемы могут быть использованы для проверки достоверности в локальном масштабе сообщаемых изменений в накоплениях углерода. Эти наблюдения за потоками обычно проводятся микрометеорологическими методами такими, как ковариация

завихрения, с использованием укрытых навесом вышек, размещенных внутри лесов или других экосистем, главным образом для измерений обменов CO_2 (Aubinet *et al.*, 2000). Как правило, они обеспечивают данные о чистом обмене экосистемы (ЧОЭ, см. сноску 26). Этот подход приемлем для комплексной оценки выбросов и абсорбции углерода в масштабе участка/экосистемы, и обеспечивает данные, которые могут быть сопоставлены с данными о деятельности/коэффициентах выбросов и величинами по умолчанию, которые используются при выведении показателей выбросов/абсорбции для конкретной категории ЗИЗЛХ. В то же время имеются ограничения в масштабировании этих результатов до регионального и национального уровней, поскольку необходимо должным образом учитывать временную и пространственную изменчивость, долгосрочные тенденции и возмущения (Köster, 2003). Прямые измерения результирующих потоков экосистемы требуют значительных капиталовложений в оборудование, и ограничены с точки зрения возможных местоположений (в зависимости от топографии, растительности и структуры древесного полога). После их внедрения, подобные измерения могут осуществляться на постоянной основе, обеспечивая оценку межгодовой изменчивости баланса выбросов и абсорбции CO_2 определенной экосистемы. Ввиду их сложности существует вероятность того, что потоки экосистемы будут измеряться научно-исследовательскими институтами/сетями. Если подобные эксперименты проводятся в пределах страны, то составляющее кадастр учреждение может рассмотреть вопрос об использовании этих результатов для целей проверки достоверности.

ПОДХОД 4. ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

Дистанционное зондирование – это эффективный подход для проверки достоверности классификации наземного покрова/землепользования, обнаружения изменений в наземном покрове и оценок земельных площадей, которые находятся в стадии переустройства или оставления. Кроме того, дистанционное зондирование может быть использовано для оценки изменений в наземной биомассе. Ниже дается описание обоих этих видов использования дистанционного зондирования для проверки достоверности. Дистанционное зондирование не применяется для проверки достоверности данных о подземной биомассе, лесной подстилке, валежной древесине или органическом веществе почвы.

Дистанционное зондирование может применяться в масштабах, лежащих в пределах от участка до уровня континента. В то же время извлечение точной и повторяющейся информации из изображений дистанционного зондирования может являться проблемной задачей, и потребует, вероятно, наличия значительного технического опыта. Стоимость будет зависеть от рамок и масштабов данной программы. Расходы могут быть относительно низкими, если имеются архивированные данные. Если, однако, требуются частые измерения и интерполяция обширных данных, то расходы и потребность в квалифицированных специалистах могут значительно увеличиться. Помимо прочих факторов точность дистанционного зондирования будет зависеть от того масштаба, в котором оно используется, и источника изображений. Как правило, оно является весьма точным, однако для повышения точности результатов необходимы наземные контрольные данные.

Поход 4а. Применение дистанционного зондирования для проверки достоверности данных о землепользовании и изменениях в землепользовании

Дистанционное зондирование является самым эффективным средством, которое может быть использовано для проверки достоверности данных о территории, на которой происходит переустройство лесов и пастбищ в другие виды землепользования (возделываемые земли, поселения и т.д.), оставление управляемых земель и обнаружение пожаров (которые являются одним из главных факторов, вызывающих переустройство в тропиках). В то же время, если страна применяла методы дистанционного зондирования для согласованного представления земельных площадей (см. главу 2, подраздел 2.4.4.1) или для классификации землепользования и видов деятельности, связанных с конкретными аспектами Киотского протокола (см. главу 4, подраздел 4.2.2), необходимо проявлять осторожность и обеспечить, чтобы данные дистанционного зондирования, используемые для проверки достоверности, не зависели от тех данных, которые применялись для подготовки кадастра. С технической точки зрения дистанционное зондирование может рассматриваться в качестве проверки достоверности *постфактум*, когда проводится сравнение данных последовательных обследований, проведенных в разные годы.

Важно также помнить о том, что хотя дистанционное зондирование во многих случаях будет быстро обнаруживать изменения в *земном покрове* (например, от растительного покрова до голой поверхности), оно не всегда может давать адекватную и точную информацию об изменениях в *землепользовании* или *типах растительности* (например, переход от культуры А к культуре В).²⁵ Например, обнаружение сплошной рубки в лесах на основе только данных дистанционного зондирования является относительно простым, однако гораздо труднее различить, является ли эта деятельность частью текущего управления лесным хозяйством или она представляет собой обезлесение (см. также главу 4, подраздел 4.2.6.2.1). Кроме того, сообщалось о трудностях с проведением различия между неуправляемым сосновым лесом и управляемой лесной плантацией хвойных пород, когда точность находится лишь на уровне порядка 50% (Okuda and Nakane, 1988). Проведение различия между разными типами культур является еще одной областью, в которой дистанционное

²⁵ В некоторых случаях может изменяться, вероятно, земной покров, но не землепользование, и наоборот.

зондирование может столкнуться с трудностями. Решить эту проблему в некоторых случаях может сочетание частых наблюдений посредством датчиков со средним пространственным разрешением и подробных наблюдений при помощи датчиков с высокой разрешающей способностью.

Вследствие взаимодействий с атмосферой, в частности, облаками, применение данных оптического дистанционного зондирования может быть ограниченным в определенных регионах земного шара (например, бореальные и тропические зоны) или в разные периоды года. Поэтому для этой цели больше подходят радиолокаторы с синтезированной апертурой (САР), поскольку получение данных может осуществляться независимо от наличия солнечного света или облачного покрова. Даже при использовании новых датчиков, таких как САР, проблематичной будет оценка или проверка достоверности изменений в землепользовании и земном покрове на годовой основе. Отчасти эти проблемы возникают в результате нехватки ресурсов (персонал и финансирование), которые необходимы для подобной деятельности. Тем не менее, благодаря повышению временной и пространственной разрешающей способности спутниковых датчиков, обнаружение неожиданных и/или недавних изменений в землепользовании или земном покрове может стать возможным на ежегодной или даже еще более частой основе.

Подход 4б. Использование дистанционного зондирования для проверки изменений в живой биомассе

Дистанционное зондирование со спутников и полученные с его помощью изображения могут также подходить для оценки биомассы и изменений биомассы на уровне крупных экосистем (например, пастбища в сравнении с лесами). Накопления углерода в лесах могут оцениваться при помощи корреляции между данными спектрального изображения и биомассой, при условии наличия необходимых данных (не используемых оценок кадастра) для представления диапазона лесных биомов и режимов управления, для которых необходимо подготовить оценки (Trotter *et al.* 1997). Уравнения корреляции могут зависеть от нескольких параметров (тип полога и подлеска, сезон, освещенность, геометрия обзора спутника) (Okuda *et al.*, 2003), и в целом должны выводиться для каждого типа леса. Кроме того, для оценки наземной биомассы также использовались индексы растительности (например, нормализованный дифференциальный индекс растительного покрова - НДИРП) (см. подраздел 5.7.6 для обзора подобных индексов).

Другой подход заключается в использовании данных радиолокатора с синтезированной апертурой (САР), которые дают скорее структурную, а не спектральную информацию о наблюдаемом земном покрове. Для некоторых типов лесов древесная биомасса может оцениваться с определенным уровнем точности, используя связи между биомассой и мощностью радиолокационного сигнала (амплитуда, обратное рассеяние) (Rauste *et al.*, 1994; Foody *et al.*, 1997; Luckman *et al.*, 1998; Saatchi *et al.*, 2000; Terhikki Manninen and Ulander, 2001), или косвенным образом, например, путем привязки полученных с помощью САР данных о высоте деревьев к полученным в точке аллометрическим соотношениям. Данные САР подходят для оценки относительных изменений в приращении накоплений наземной биомассы между двумя или более точками во времени, особенно когда изменения являются существенными. Временные последовательности позволяют в большей мере, нежели полученные в одно время изображения, охарактеризовать тенденции изменений и свести к минимуму ошибки в оценках.

Как оптические датчики, так и датчики САР, имеют ограниченное применение в случае неровной топографической поверхности в районах с неоднородным древесным пологом. Уровень точности данных дистанционного зондирования меняется в зависимости от геометрических и радиометрических характеристик датчиков, включая изменение в калибровке датчика во времени. Используемые данные изображений должны отбираться в соответствии с географическим масштабом целевого района и желаемой степенью разрешения. Технические данные (тип датчика, пространственное разрешение, наличие и т.д.) различных спутниковых датчиков перечислены в таблице 5.7.2 подраздела 5.7.6.

Другие подходы к проверке достоверности данных о площади и биомассе с использованием данных изображений могут включать:

- фотографии с воздушных судов (для вертикальной структуры полога леса; характеризуются трудоемкостью);
- лазерный профилометр (высота и структура полога определяются при помощи лидара, точность еще предстоит определить, на этапе эксперимента, высокая стоимость);
- сравнение с картами/данными, подготовленными независимыми учреждениями при помощи дистанционного зондирования.

ПОДХОД 5. ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛЕЙ

Модели могут использоваться для проверки достоверности оценок пулов углерода, данных о деятельности, а также кадастра в целом. Обычно они не используются при проверке достоверности классификации земельных площадей. Для конкретных категорий землепользования согласно РКИК ООН и видов деятельности, избранных согласно Киотскому протоколу, модели могут быть хорошим вариантом, если практически невозможно

провести прямые измерения в сочетании с дистанционным зондированием. Расходы на моделирование могут отличаться существенным образом в зависимости от конкретных применений, наличия соответствующих инструментов, а также желательной степени разрешения. Как правило, начальные расходы, связанные с разработкой и калибровкой модели, гораздо выше текущих эксплуатационных расходов. Проверка достоверности с использованием моделей является весьма сложной и требует высокого уровня технической подготовки.

Существуют два весьма различных типа подходов к моделированию для целей проверки достоверности: модели, построенные по восходящему принципу, и модели, построенные по нисходящему принципу. Модели первого типа обеспечивают масштабирование от процессов более низкого масштаба к уровням более высокого обобщения, в то время, как модели, построенные по нисходящему принципу, следуют иному направлению, и в их задачу входит выведение процессов меньшего масштаба из данных измерений более крупного масштаба. Хотя в принципе оба подхода могут быть использованы для целей проверки достоверности на национальном уровне, модели, построенные на нисходящем принципе, в большей степени подходят для проверки в континентальном масштабе. Модели, построенные по восходящему принципу, могут использоваться в диапазоне от масштаба на уровне площадки/участка до регионального, национального и даже континентального уровня, при условии наличия входных данных.

Модели, используемые для целей проверки достоверности, равно как и модели, используемые для подготовки кадастров, должны быть хорошо документированы, и пройти независимое рецензирование. Входные параметры, данные, функции и предположения должны пройти тщательное изучение, что обычно именуется проверкой правильности. Термин «проверка правильности» используется в общепринятом значении проведения надлежащего тестирования работы модели, что не равносильно констатации того, что данная модель является единственной подлинной репрезентативной моделью реальности (Oreskes *et al.*, 1994).

Как и в отношении других подходов, следует отметить, что модели имеют свои преимущества и недостатки, и до сих пор не существует того, что можно назвать «наилучшей моделью». В целях предотвращения некоторых из возможных предубеждений, связанных с выбором моделей, может быть использован ансамбль моделей, калиброванных идентичным образом (Alexandrov *et al.*, 2002). Нередко требуются рекомендации экспертов для использования моделей в качестве инструментов для осуществления проверки достоверности.

Подход 5а. Моделирование по восходящему принципу

Существует несколько типов моделей, построенных по восходящему принципу, которые могут использоваться для проверки достоверности

Модели экосистем и роста могут имитировать рост растительности и динамику углерода в достаточно длительных временных масштабах, и эти модели могут использоваться для проверки достоверности. Они осуществляют расчет роста биомассы и потоков углерода, воды и азота, и способны обеспечить оценки валовой первичной продуктивности (ВПП)²⁶ и чистой первичной продуктивности (ЧПП)²⁶ углерода в расчете на единицу территории в лесах (Kramer *et al.*, 2002) и других типах растительности. Они могут быть использованы для проверки достоверности оценок компонентов уровня 1 и уровня 2 биомассы и потоков, а также для выведения «коэффициентов выбросов» и/или параметров для конкретной страны, имеющих отношение к расчетам уровня 2 (см. таблицу 5.7.1). В случае лесов в основном имеются два класса моделей экосистем, которые могут применяться: модели, предназначенные для определения параметров физиологии и биогеохимии экосистемы, и модели, основанные на лесных кадастрах. Хорошо известными примерами этих двух классов являются FOREST-BGC (Waring and Running 1998), Biome-BGC (Running and Coughlan, 1988; Running and Hunt, 1993; Running, 1994), а также модели на основе кадастров (Kauppi *et al.*, 1992; Nabuurs *et al.*, 1997; Birdsey, 1996; Kurz and Apps, 1999).

В последнее время разработаны модели углеродного цикла суши нового поколения, предназначенные для интегрирования последствий изменений в климате, химии атмосферы, показателях возмущений для ЧПП, ЧЭП²⁶ и ЧПБ²⁶ (например, Landsberg and Waring, 1997; Chen *et al.*, 2000a; Chen *et al.*, 2000b; McGuire *et al.*, 2001). Благодаря использованию пространственных данных, полученных путем дистанционного зондирования (например, земной покров, выжженная площадь и индекс листовой поверхности), а также географически привязанных комплектов данных о климате, химии атмосферы и кадастров почв, эти основанные на процессах, модели могут масштабировать данные, имеющиеся на уровне участка (например, измерения потоков в

²⁶ ВПП: Валовая первичная продуктивность, получаемая в результате истинного фотосинтеза; ЧПП: Чистая первичная продуктивность – суммарный фотосинтез или ВПП минус автотрофное дыхание (от поверхностной и подземной биомассы живых растений); ЧПЭ: Чистая продуктивность экосистемы - результирующие выбросы или поглощение углерода (CO₂), или ЧПП минус гетеротрофное дыхание (почвенное органическое вещество и разложение почвенного органического углерода, животные), когда ЧПЭ измеряется при помощи методов потоков в рамках правильно определенного ЧЭО – чистого обмена экосистемы; ЧПБ: чистая продуктивность биома – результирующие выбросы или абсорбция углерода в крупных масштабах (биом), которая учитывает также естественные и вызванные деятельностью человека возмущения (пожары, ветровалы, лесозаготовки, ЧПБ=ЧЭП - возмущения). ЧПБ – это член, который в конечном итоге находит свое отражение в уравнении глобального баланса углерода (т.е. атмосфера).

экосистеме), до региональных и национальных масштабов. Не будучи непосредственно зависимыми от лесного кадастра данные, оцененные при помощи этих моделей, могут быть использованы для проведения сравнения с данными учета углерода, определенными на основе лесного кадастра. В то же время пространственное разрешение информации дистанционного зондирования ограничивает возможности моделей, в которых представление земной поверхности основано на данных дистанционного зондирования, для количественного определения изменений накопления углерода в результате изменений в землепользовании в небольшом масштабе (например, облесение, лесовозобновление и обезлесение).

Если модели применяются для обобщения результатов и получения данных об изменениях биомассы на национальном уровне, необходимо должным образом параметризовать модели, учитывая при этом разные виды землепользования и земного покрова, существующие в стране. В качестве примера можно привести тот факт, что для использования результатов моделей для проверки достоверности данных лесного кадастра необходимо параметризовать модели как минимум по основным породам деревьев.

Модели регрессии применялись для расчета ЧПП по базовым метеорологическим данным (например, модели Chikugo, Uchijima и Seino, 1985). Значения ЧПП, выведенные из моделей регрессии, основанных на процессах, могут быть использованы для перекрестной проверки данных уровня 1 и уровня 2 в крупном масштабе (см. таблицу 5.7.1).

Концепции моделирования с использованием географических информационных систем (ГИС), которые включают наземные контрольные данные, дают более точные значения по сравнению с концепциями дистанционного зондирования. Полученные при помощи ГИС данные, такие как топография и древесный полог, и структурные характеристики, такие как климат, могут также быть использованы для создания моделей экосистем и роста для получения четких в пространственном отношении результатов. Соответственно, в континентальном и глобальном масштабах моделирование с использованием ГИС может быть использовано для проверки достоверности национальных методологий проведения топографической съемки (Mollicone *et al.*, 2003).

Подход 5b. Моделирование по нисходящему принципу и крупномасштабные подходы

Построенные по нисходящему принципу модели могут использоваться для проверки достоверности данных о накоплениях углерода и изменениях накопления в региональном – глобальном масштабах. Эти подходы трудно применять для получения оценок на национальном уровне, однако их можно использовать для групп стран, обширных регионов или континентов. Для стран с весьма обширной земельной площадью или с характеристиками, которые позволяют разделять передвижения воздушных масс в пределах страны и за ее пределами (например, Северная Америка, бореальная зона Сибири, Австралия, Соединенное Королевство и т.д.) подходы в масштабе региона/континента могут оказаться полезными также в национальном масштабе. В то время как моделирование по нисходящему принципу может характеризоваться общими ограничениями в отношении региональных балансов углерода, оно не подходит для проверки достоверности данных о секторальных балансах углерода, поскольку подобные подходы не могут отделять вклад выбросов и абсорбции в разных категориях землепользования или деятельности в области управления, как это требуется условиями представления информации согласно РКИК ООН и Киотскому протоколу. Кроме того, концепции моделирования по нисходящему принципу включают выбросы и абсорбцию по категориям землепользования, информация о которых не должна представляться ни согласно РКИК ООН, ни Киотскому протоколу (например, неуправляемые земли). Тем не менее, в более крупных масштабах атмосферные измерения концентраций парниковых газов и изотопного состава должны в принципе быть достаточными для доказательства того, будут ли эффективными совокупные меры, предпринятые в рамках РКИК ООН и Киотского протокола в отношении тенденции концентраций атмосферных парниковых газов (Schulze *et al.*, 2002).

Инверсные модели рассчитывают потоки на основе измерений концентраций и моделей атмосферного переноса. Они могут использоваться для установления общей динамики углерода в континентальном – глобальном масштабах, однако характеризуются ограниченными возможностями выделения вклада разных категорий землепользования или видов деятельности в области управления в общий баланс. Благодаря измерению пространственного и временного распределения концентраций CO₂ можно выявлять потоки углерода суши и океана. Инверсные модели используются также для расчета потоков метана и других парниковых газов.

Включение данных наблюдений с воздушных судов, а также использование моделей переноса на региональном уровне при проведении инверсного анализа может повысить качество оценок, равно как и учет пространственно распределенных данных о выбросах/абсорбции. Осуществление концепций инверсного моделирования постоянно совершенствуются и требуют сотрудничества между учеными и наличия сетевой системы между странами. Существует вероятность того, что подобные оценки не будут зависеть от национальных данных и будут иметь ценность для общей проверки достоверности на региональном – континентальном уровне (см. Gurney *et al.*, 2002) для сравнения нескольких результатов инверсного моделирования в континентальном масштабе).

На национальном уровне еще один крупномасштабный подход, который может быть использован для общей проверки достоверности, заключается в использовании высоких башен, которые обычно имеются на

территории страны (например, телевизионные башни, башни передатчиков), для измерения градиентов CO₂ (Bakwin *et al.*, 1995). Этот подход может сочетаться с использованием инверсного моделирования для расчета региональных/национальных балансов выбросов и абсорбции. После ее создания данная система может быть автоматизирована и ее стоимость не является очень высокой.

5.7.3 Руководящие указания по проверке достоверности кадастров ЗИЗЛХ

Составляющие кадастры учреждения (или внешние группы) могут определить в качестве подлежащих проверке достоверности несколько компонентов кадастра, включая оценки выбросов/абсорбции, входные данные и предположения. Вопросы, содержащиеся в блоке 5.7.2, могут быть использованы составляющим кадастр учреждением в качестве руководства по разработке плана проверки достоверности.

Блок 5.7.2

Руководство по выбору компонентов кадастра для проверки достоверности и подходов к ней

Какие критерии могут быть использованы для выбора элементов кадастра с целью проверки их достоверности?

Если какая-либо категория источников/поглотителей является «ключевой», следует провести проверку ее достоверности в первую очередь. В то же время выбросы и абсорбция, которые не являются «ключевыми», могут быть также выбраны для проверки достоверности, особенно если они имеют отношение к политике смягчения воздействий выбросов или если их неопределенность является высокой. Если ожидается существенное изменение пула за период представления информации о кадастре, ему следует уделить особое внимание.

Каким образом будет осуществляться проверка достоверности элементов кадастра?

Выбор подхода к проверке достоверности будет в значительной мере зависеть от приемлемости/наличия подхода для составляющего кадастр учреждения или от условий в конкретной стране. Дополнительными критериями являются: тип данных, подлежащих проверке, пространственный масштаб охвата кадастром, количество и качество подлежащих проверке данных, а также точность, погрешность и стоимость применения данного подхода. Подходы и критерии для их выбора изложены в таблице 5.7.1, а их подробное описание дается в подразделе 5.7.2.

Если страна проводит внутреннюю проверку достоверности своего кадастра, то *эффективная практика* заключается в следующем:

- Имеется достаточный независимый опыт;
- Документация проверки достоверности включена в национальное сообщение о кадастре;
- Оценки неопределенности и документация по ОК/КК включены в сообщение;
- Дается описание прочей имеющейся национальной деятельности по проверке достоверности;
- Применяемые методы проверки достоверности являются прозрачными, строгими и научно обоснованными;
- Результаты проверки достоверности являются обоснованными и четко объясненными;
- Окончательные расчеты могут быть разумно увязаны с основополагающими данными и предположениями.

Контрольный список в блоке 5.7.3 содержит резюме некоторых средств, которые могут быть использованы для внутренней проверки достоверности кадастра с уделением особого внимания сектору ЗИЗЛХ. Отдельный блок дается также по элементам Киотского протокола (см. подраздел 5.7.4, блок 5.7.5).

Блок 5.7.3

ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ КАДАСТРА СЕКТОРА ЗИЗЛХ В НАЦИОНАЛЬНОМ КАДАСТРЕ

А. Проверки

Документированы ли в кадастре сектора ЗИЗЛХ данные и предположения, использованные для оценки выбросов и абсорбции по всем категориям источников/поглотителей МГЭИК?

Включены ли в кадастр все важные пулы углерода?

Если некоторые категории выбросов/абсорбции ЗИЗЛХ опущены, то дается ли в сообщении объяснение соответствующих причин?

Сообщается ли о выбросах и абсорбции в *положительном* и *отрицательном* плане, соответственно?

Равны ли нулю общие изменения в землепользовании для года кадастра в рамках доверительного предела для всей территории кадастра сектора ЗИЗЛХ?

Приводится ли оценка и объяснение любых разрывов непрерывности в тенденциях в период от базового года до конечного года?

В. Сравнения выбросов и абсорбции в секторе ЗИЗЛХ

Сравнить кадастр сектора ЗИЗЛХ с независимо подготовленными национальными кадастрами для **той же самой страны** и сравнить региональные подкомплекты национального кадастра с независимо подготовленными кадастрами для этих регионов (таблица 5.7.1, подход 1).

Сравнить кадастр сектора ЗИЗЛХ с национальными кадастрами для **другой**, но похожей страны (таблица 5.7.1, подход 1).

Сравнить данные о деятельности и/или коэффициенты выбросов кадастра сектора ЗИЗЛХ с независимыми международными базами данных и/или другими странами. Например, сравнить коэффициенты разрастания биомассы аналогичных видов с данными из стран с аналогичным состоянием лесов (таблица 5.7.1, подход 1).

Сравнить кадастр сектора ЗИЗЛХ с результатами, рассчитанными при помощи методологии другого уровня, включая значения по умолчанию (таблица 5.7.1, подход 2).

Сравнить кадастр сектора ЗИЗЛХ с имеющимися высокоинтенсивными исследованиями и экспериментами (таблица 5.7.1, подходы 1-3).

Сравнить данные о земельных площадях и накоплениях биомассы, использованные в кадастре, с данными дистанционного зондирования (таблица 5.7.1, подход 4).

Сравнить кадастр сектора ЗИЗЛХ с результатами моделирования (таблица 5.7.1, подход 5).

С. Сравнения неопределенностей

Сравнить оценки неопределенностей с неопределенностями, о которых сообщается в литературе.

Сравнить оценки неопределенностей с оценками других стран и со значениями по умолчанию МГЭИК.

Д. Прямые измерения

Провести прямые измерения (такие как кадастр местных лесов, подробные измерения роста и/или потоков парниковых газов в экосистеме (таблица 5.7.1, подход 3).

Принимая во внимание ограниченный характер ресурсов, информация, содержащаяся в национальном сообщении о кадастре, должна пройти проверку в максимально возможной степени, особенно в отношении ключевых категорий. Подходы к проверке достоверности, изложенные в блоке 5.7.3, могут применяться следующим образом:

- Проверки, перечисленные в разделе А, имеют существенное значение, и в идеальном варианте они должны проводиться в качестве части ОК/КК.
- *Эффективная практика* заключается в проведении проверки достоверности с использованием по меньшей мере одного из подходов, перечисленных в разделе В блока 5.7.3 (см таблицу 5.7.1 и подраздел 5.7.2 для дополнительной информации о приемлемых подходах).
- В случае отсутствия независимых оценок выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ, внутренняя или внешняя проверка достоверности будет, скорее всего, ограничиваться тщательной

проверкой данных и методов (Smith, 2001). В подобных обстоятельствах *эффективная практика* для составляющего кадастр учреждения заключается в проведении этих проверок и представлении достаточной документации в ее национальном сообществе о кадастре и других вспомогательных материалов с целью оказания содействия внешней проверке.

- Учитывая условия конкретной страны и наличие ресурсов, составляющие кадастры учреждения могут проводить оценку соответствующего сочетания подходов для проверки достоверности их кадастров ЗИЗЛХ. Подходы 1, 2 и 3 практически применимы для проверки достоверности нескольких компонентов кадастра. Из этих перечисленных подходов подходы 1 и 2 могут легко применяться составляющим кадастр учреждением при наличии небольших – средних ресурсов. Самым подходящим методом для проверки достоверности данных о земельных площадях является дистанционное зондирование. Подходящими являются прямые измерения (указанные в разделе D блока 5.7.3), хотя этот подход может потребовать значительных ресурсов и, в случае крупномасштабного применения, расходы могут стать сдерживающим фактором. Модели могут быть использованы в качестве альтернативного варианта в тех случаях, когда практически невозможным является совместное проведение прямых измерений и дистанционного зондирования.

5.7.4 Конкретные вопросы, связанные с Киотским протоколом

В целом те же самые подходы, которые были рассмотрены в подразделе 5.7.2, могут применяться для проверки как кадастра, представленного в соответствии с РКИК ООН, так и информации, представляемой согласно Киотскому протоколу. Несмотря на увеличение расходов, связанных с измерением изменений в накоплениях углерода для данной площади в связи с повышением желаемой точности и неоднородного характера ландшафта, те же самые принципы *эффективной практики* применяются к проектам и национальным кадастрам.

Составляющее кадастр учреждение может пользоваться вопросами, содержащимися в блоке 5.7.4, в помощь руководству подготовкой плана проверки достоверности по дополнительной информации, представляемой согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола.

Блок 5.7.4

РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕРКЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ О ПУЛАХ УГЛЕРОДА И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Какой из пулов углерода подлежит проверке?

Эффективная практика заключается в том, чтобы в первую очередь проводилась проверка достоверности данных о тех пулах углерода, которые, как ожидается, в наибольшей степени связаны с Киотским протоколом, а также данных о выбросах парниковых газов иных, нежели CO₂. В Марракешских договоренностях перечисляются следующие пулы: наземная и подземная биомасса, лесная подстилка, валежная древесина органических углерод почвы. Как указывалось в Марракешских договоренностях, Сторона может исключить конкретные пулы из отчетности, если представляется поддающаяся проверке информация, которая демонстрирует, что данный пул не являлся источником парниковых газов для видов деятельности согласно статье 3.3 и избранных видов деятельности согласно статье 3.4, или для проектов. Поэтому требуемая информация является разной для избранных (изменения пулов согласно рекомендациям, которые даются в отношении пунктов 3 и 4) и неизбранных пулов (дополнительная информация, которая демонстрирует, что они не являются источником). Что касается кадастров ЗИЗЛХ, то если ожидается существенное изменение пула в течение периода представления информации о кадастре, особое внимание следует уделять также этому пулу.

Какие виды деятельности необходимо проверить?

Согласно Марракешским договоренностям Сторона должна представлять информацию о деятельности согласно статье 3.3, и может выбирать только определенные виды деятельности согласно статье 3.4 Киотского протокола. Для всех обязательных или избранных видов деятельности элементы, которые имеют конкретное отношение к представлению информации о кадастрах согласно Киотскому протоколу, включают: идентификацию районов, в которых подобная деятельность имела место, демонстрацию того, что данная деятельность осуществлялась с 1 января 1990 г. и является результатом деятельности человека, и определение «1990 г.» в качестве базового года (год отсчета для деятельности в области лесовозобновления и базовый год для чистого учета).

Специальная проверка достоверности, связанная с оценками, подготовленными согласно статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола, может включать следующее:

- Для земель, включенных в информацию, представляемую согласно Киотскому протоколу, *эффективная практика* заключается в проверке подобных земель с использованием географической и статистической информации, такой как данные дистанционного зондирования. Даже если географическая привязка не требуется, это облегчит проверку достоверности (Smith, 2001).
- Представление информации о выбросах и абсорбции парниковых газов по большинству видов деятельности согласно статьям 3.3 и 3.4 требует ссылки на данные 1990 г. или данные предшествующего этому году периода (классификация лесных/нелесных земель на 1990 г., чистый учет для управления пахотными землями, управления пастбищными угодьями, восстановления растительного покрова и т.д.). В некоторых случаях эти данные могут отсутствовать или их достоверность может быть ограниченной, и могут быть использованы оценки согласно рекомендациям, содержащимся в подразделе 4.2.8.1 главы 4. В подобных случаях *эффективная практика* заключается в проверке достоверности подхода и величин оценки в максимально возможной степени.

Данные о выбросах и абсорбции в результате деятельности по проектам могут сообщаться согласно статьям 6 и 12 Киотского протокола, и в главе 4 настоящего доклада приводится перечень разных типов проектов и предлагается тот тип информации, который может потребоваться для проверки каждого из этих проектов. Хотя многие из подходов, представленных в разделе 5.7.2, являются полезными для проверки достоверности проектов, разработаны дополнительные правила согласно Киотскому протоколу и Марракешским договоренностям.²⁷ Несмотря на этот фактор, проверка достоверности проектов обычно является более легкой по сравнению с проверкой на национальном уровне. В том, что касается проектов, то границы, пулы углерода и сроки действия – это все те факторы, которые могут быть хорошо определены и, следовательно, проверены. В целом проекты при наличии хороших планов мониторинга и отчетности, являются, вероятно, более легкими для проверки.

Как и в случае кадастров сектора ЗИЗЛХ, составляющие кадастры учреждения могут, учитывая конкретные обстоятельства и наличие ресурсов, выбрать соответствующее сочетание подходов для проверки дополнительной информации, представляемой согласно Киотскому протоколу. Среди этих подходов наиболее подходящим для проверки данных о земельных площадях является дистанционное зондирование. Прямые измерения являются целесообразными, хотя этот подход может потребовать значительных ресурсов. Модели могут быть использованы в качестве альтернативы в тех случаях, когда практически невозможными являются прямые измерения в сочетании с дистанционным зондированием. В блоке 5.7.5 изложены определенные этапы проверки, которые относятся исключительно к Киотскому протоколу.

Блок 5.7.5

ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ ЗИЗЛХ СОГЛАСНО КИОТСКОМУ ПРОТОКОЛУ

Проверки

Если Сторона сообщает о том, что на лесной площади осуществляется определенная деятельность, то дается ли определение понятия «лес» и соответствует ли оно сообщаемым видам деятельности или единицам территории? Сообщается ли информация об избранной сомкнутости кроны и высоте деревьев?

Сообщается ли об изменениях во всех пулах углерода (надземная и подземная биомасса, валежная древесина, лесная подстилка, органический углерод почвы)? Если нет, существует ли причина и документация для опущения данного пула?

Указываются ли географические границы земельных площадей, определенных для видов деятельности, соответствующих критериям статей 3.3 и 3.4?

Является ли общая земельная площадь, сообщаемая согласно статьям 3.3 и 3.4, постоянной или увеличивающейся в течение последующих или следующих друг за другом периодов действия обязательств?

Представляется ли информация, которая демонстрирует, что избранные виды деятельности согласно статье 3.3 осуществлялись с 1990 г. и являются антропогенными?

В отношении статьи 3.3, представляется ли информация для отличия обезлесения от лесозаготовок (сплошной рубки леса) или возмущения леса вследствие его восстановления?

²⁷ Проверка достоверности, о которой идет речь в данном абзаце, должна рассматриваться в контексте настоящей главы (согласно определению, данному в подразделе 5.7.1). Согласно Марракешским договоренностям проекты должны подвергаться специальной «проверке», как это определено в проектах решений -/СМР.1 (статья 6), -/СМР.1 (статья 12) и приложениях к ним (FCCC/CP/2001/13/Add.2).

Проверки, перечисленные в блоке 5.7.5, имеют существенное значение и в идеальном варианте должны проводиться в качестве части ОК/КК. Помимо этих конкретных проверок для определения дополнительных полезных мер по проверке можно использовать всеобъемлющий список, представленный в блоке 5.7.3 (разделы В – D).

5.7.5 Отчетность и документация

При проведении составляющим кадастр учреждением проверки достоверности *эффективная практика* заключается в представлении информации и документировании следующих позиций:

- Информация, которая подлежала проверке;
- Критерии, которые использовались для выбора приоритетных элементов проверки;
- Подходы к проверке наряду с соответствующими данными, которые были собраны;
- Любые ограничения в подходах, которые были выявлены;
- Возможные сравнения, которые были проведены с независимыми кадастрами, комплектами данных, научной литературой и т.д.;
- Любая информация обратной связи, полученная от внешних рецензентов, с резюме основных замечаний;
- Основные заключения проверки;
- Меры, принятые в результате процедуры проверки;
- Любые рекомендации по итогам проверки с целью внесения усовершенствований в кадастр или проведения исследования на национальном/международном уровне.

Составляющим кадастр учреждениям также рекомендуется представлять информацию о мерах по внешней проверке, осуществляемых другими органами, в той мере, в которой они имеются отношение к данному кадастру, и насколько любая подобная информация может быть легко собрана и кратко изложена.

Если для проверки достоверности было использовано моделирование, то *эффективная практика* заключается в полном документировании процедуры моделирования. Прочая подлежащая представлению информация включает: источники входных данных, описание моделей и предположений в отношении данных, описание процедур и анализа. Учитывая объемы входных данных и количество переменных, которые необходимы для типичной крупной модели, документация может быть сжатой, технической и пространной. *Эффективная практика* заключается в представлении вышеуказанной информации комплексным и прозрачным образом. Подлежащая включению информация должна давать возможность третьей стороне полностью понять процедуру проверки достоверности, и подтвердить результаты, если это необходимо.

5.7.6 Некоторые детали для подходов к проверке достоверности

СРАВНЕНИЕ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ ПРОГРАММАМИ И КОМПЛЕКТАМИ ДАННЫХ

Составляющему кадастр учреждению, которое хочет сравнить кадастр или его часть с комплектами данных, полученных в рамках международного мониторинга или научно-исследовательских программ, полезным может оказаться использование тех связей, которые приводятся в блоке 5.7.6. Разумеется, этот блок не охватывает все существующие программы, однако он содержит информацию по некоторым из программ, которые в большей мере относятся к ЗИЗЛХ.

Блок 5.7.6**ПРОГРАММЫ И СЕТИ, ИМЕЮЩИЕ ОТНОШЕНИЕ К ЗИЗЛХ**

FLUXNET (Ameriflux, CarboEuroflux)

Сеть измерений потоков в экосистеме, главным образом, по лесным насаждениям, но также и другим типам землепользования

Общая база данных, связи с исследованиями экосистем

<http://www-eosdis.ornl.gov/FLUXNET/index.html>

CarboEurope (финансируется Европейской комиссией)

Группа проектов, предназначенных для определения баланса углерода Европы с использованием разных подходов (измерение потоков, исследования экосистем, региональные и континентальные балансы, инверсное моделирование, моделирование экосистем)

<http://www.bgc-jena.mpg.de/public/carboeur/>

Международная программа геосфера-биосфера (МПГБ)

Комплекты данных о чистой первичной продуктивности, координация международной научно-исследовательской деятельности, глобальный обмен и наземные экосистемы и т.д.

<http://www.igbp.kva.se/cgi-bin/php/frameset.php>

<http://www.gcte.org/>

Долгосрочные экологические исследования (леса, пастбища)

Сеть экологических исследований экосистем, проводимых в разных странах

<http://www.lternet.edu/>

ФАО

База данных по местам исследований экосистем суши (ТЕМ), Глобальная система наблюдений за поверхностью суши (ГСНПС), Глобальная система наблюдений за климатом (ГСНК), Оценки лесных ресурсов (ОЛР)

<http://www.fao.org/>

Сети мониторинга:

МПС-леса

Общая международная программа сотрудничества по лесам Европейского союза (ЕС/МПС-леса) действует в 35 странах на двух уровнях с применением стандартизованных протоколов и методов. Систематическая сетка контрольных точек охватывает приблизительно 6000 точек уровня I, в которых проводится ограниченное количество обследований, в то время, как сетка интенсивного мониторинга охватывает 860 точек уровня II основных типов лесов европейского континента, где проводится значительное количество обследований.

<http://www.icp-forests.org/>

МПС/КМ и ЕМЕП

Многодисциплинарная программа комплексного мониторинга МПС (МПС/КМ) и Совместная программа по мониторингу и оценке переноса загрязняющих воздух веществ на дальние расстояния в Европе (ЕМЕП)

Часть стратегии мониторинга и оценки последствий в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния Европейской комиссии Организации Объединенных Наций (ЕСЕ ООН). Программа ЕМЕП опирается на три основных элемента 1) сбор данных о выбросах, 2) измерения качества воздуха и осадков и 3) моделирование атмосферного переноса и отложения загрязняющих воздух веществ.

http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/im.htm

<http://www.emep.int/>

Глобальный проект по углероду

Глобальный проект по углероду – это проект Партнерства по наукам о системе Земля Международной программы геосфера-биосфера (МПГБ), Всемирной программы исследований климата (ВПИК) и Международной программы по антропогенным факторам (МПАФ). Научная цель Глобального проекта по углероду заключается в получении полной картины глобального цикла углерода, включая как его биофизические, так антропогенные факторы, наряду с взаимодействиями и обратными связями между ними.

<http://www.globalcarbonproject.org/>

Распределенный активный архивных центр Национальной лаборатории в Оук-Ридже (РААЦ-НЛОР)

Источник биогеохимических и экологических данных, собранных на поверхности, с воздушных судов, спутников или полученных на компьютерных моделях. Масштаб данных находится в диапазоне от конкретной площадки до глобального масштаба, а диапазон продолжительности - от дней до годов.

Отдел экологических наук НЛОР (ОЭН) осуществляет руководство РААЦ-НЛОР в области биогеохимической динамики в качестве части программы Отдела наук о Земле (ОНЗ) Национального управления об аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА)

<http://www-eosdis.ornl.gov/>

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

Обзор имеющихся датчиков дистанционного зондирования

Оптические спутниковые данные в диапазоне от грубого до высокого разрешения получают по всему миру при помощи спутников и приборов, таких как УРОВР НУОА, СПОТ Велжетейшен, ЕРС/АТРСР, МОДИС, Энвисат МЕРИС, Ландсат ТМ/ЕТМ, а также нескольких других датчиков. Также весьма полезным для классификации растительности является радиолокатор, работающий в режиме многих частот/поляризации, который лишь недавно стал доступен благодаря началу программы ЭРСАР НАСА. Эти датчики, чувствительно реагирующие на структурные характеристики растительности, являются отличным дополнительным источником данных к оптическому дистанционному зондированию. Подобные радиолокационные данные станут более доступными благодаря Энвисат АСАР и запуску РадарСат 2. Точность данных дистанционного зондирования зависит от геометрических и радиометрических характеристик датчиков. Спецификации (тип датчика, пространственное разрешение, наличие и т.д.) различных спутниковых датчиков приводятся в таблице 5.7.2, а дополнительную информацию можно получить по адресу: <http://idisk.mac.com/alexandreleroux/Public/agisr/arsist.html>. Используемые данные изображений следует выбирать в соответствии с географическим масштабом целевого района и желаемой степенью разрешения. Использование разных датчиков может решить проблему, связанную с ограниченным использованием дистанционного зондирования в районах с постоянным облачным покровом (например, оптические и радиолокационные данные).

Использование дистанционного зондирования для получения параметров растительности

Известно, что чистая первичная продуктивность (ЧПП) характеризуется положительной корреляцией с активной радиацией фотосинтеза (АРФ), которая также может быть оценена при помощи НДИРП (нормализованный дифференциальный индекс растительного покрова) и солнечной радиации.

Функциональная связь между данными оптического дистанционного зондирования (включая такие, индексы как НДИРП) и накоплениями углерода состоит в том, что отражательная способность полога зависит от индекса листовой поверхности (ИЛП), а ИЛП в свою очередь характеризуется сильной функциональной связью с древесной биомассой и ЧПП (Gholz, 1982; Waring, 1983). Альтернативное толкование этой связи заключается в том, что отражательная способность соотносится с долей поглощаемой активной радиации фотосинтеза (ДПАРФ), которая в течение более долгих периодов времени характеризуется линейной корреляцией с ЧПП (см. например., Monteith, 1977; Landsberg and Waring, 1997). НДИРП широко используется для оценки как ИЛП, так и ДПАРФ на основе данных дистанционного зондирования.

НДИРП и солнечная радиация, определенные посредством дистанционного зондирования, могут быть использованы в сочетании с данными метеорологических измерений и географической информационной системой (ГИС) для подготовки также оценок в более крупных масштабах (от регионального до глобального). НДИРП также применяется для определения продолжительности вегетационного периода – параметра, который, как выяснилось, тесно связан с чистым обменом экосистемы (ЧОЭ), результирующее поглощение углерода, измеряемым в виде потоков в экосистеме, особенно в лиственных лесах (Baldocchi *et al.*, 2001). В тоже время при использовании этого подхода необходимо проявлять осторожность и учитывать, что мелкомасштабные различия с трудом поддаются выявлению, и что не все последовательные вегетационные этапы должным образом охватываются при помощи НДИРП (процессы восстановления и т.д.). Кроме того, большинство параметров экосистем, полученных из корреляции с НДИРП, конкретно относятся, вероятно, к определенным видам и/или биому. НДИРП также испытывает воздействие иных факторов, нежели ИЛП или ДПАРФ полога, и эти соотношения характеризуются тенденцией насыщения при значениях ИЛП выше приблизительно $3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (Moreau and Li, 1996; Carlson and Ripley, 1997; Gemmell and McDonald, 2000), хотя для пологов лиственных пород это насыщение не наступает даже при ИЛП до $10 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (Chen *et al.*, 2002). Вследствие насыщения НДИРП, полученный при помощи изображений со спутника Ландсат, плохо коррелировался, как выяснилось, с переменными структуры насаждений или общей наземной биомассой в пределах лесных насаждений в тропиках. В целом основанные на НДИРП подходы к оценке ИЛП или ДПАРФ будут зависеть от отражательной способности почвы, частичного покрова, типа биома и условий освещения/обзора. Наличие этих факторов приводит к широкому разнообразию в уравнениях, используемых для оценки ИЛП (или ДПАРФ) при помощи НДИРП (Moreau and Li 1996), и пользователям следует учитывать это при выборе и выведении уравнений. При необходимости использования спектральных индексов в качестве основы для построения отношения с ИЛП или ДПАРФ, следует учитывать необходимость использования индекса, который в меньшей степени подвержен воздействию колебаний в параметрах, таких как отражательная способность почвы (Kaufman and Tanré, 1992; Huete *et al.*, 1997). Наиболее важным из этих параметров является, вероятно, расширенный индекс растительного покрова (РИРП), который прост в применении для большинства датчиков и линейно связан с ДПАРФ (Huete *et al.*, 1997; Gobron *et al.*, 2000). Для комплектов данных, для которых достаточными являются элементы изображения размером в 1 км, пользователи могут воспользоваться данными о ДПАРФ, полученными при помощи МОДИС или МЕРИС, и данными о РИРП, полученными при помощи МОДИС. Кроме того, имеется бесплатный доступ к программному обеспечению, необходимому для получения

высококачественных величин ДПАРФ (Gobron *et al.*, 2000) на основе данных, полученных при помощи датчиков СиУИФС, МЕРИС, ВЕДЖЕТЕЙШЕН или ГЛИ.

Надземную биомассу можно эффективно оценивать также посредством зондирования с помощью установленного на воздушных судах лидара, который проводит измерение поверхности полого и одновременно высоты поверхности земли при помощи лазерных импульсов с волнами такой длины, которые отражаются от поверхности полого, однако проникают через деревья и также отражаются от поверхности земли. Однако из-за малого диаметра лучей лазера картографирование обширных площадей требует значительного количества полетов (Dubayah and Drake, 2000). Возможным решением подобных проблем является использование лазерного датчика изображения растительности (ЛДИР), установленного на воздушных судах, или таких спутниковых приборов, как лидар полого растительности, имеющий широкую полосу охвата (Blair *et al.*, 1999; Means *et al.*, 1999; Dubayah и Drake, 2000). Структуру растительности можно также оценивать при помощи оптических спутниковых данных, используя для этого свойство двунаправленного отражения на основе геометрии ориентированного на солнце датчика.

Использование дистанционного зондирования для обнаружения пожаров и выжженных площадей

Дистанционное зондирование также часто применяется для обнаружения лесных пожаров. Разброс примеров обнаружения лесных пожаров или пожарных отметин в разных масштабах лежит в пределах от обнаружения пожарных отметин размером от 1 га на национальном уровне с использованием спутника Ландсат ТМ (например, ITALSCAR, 2003: Regional Burned Forest Mapping in Italy, <http://www.esa.int/dup>) или, на уровне государств-членов Европейского союза (<http://natural-hazards.jrc.it/fires/>), до использования CAP-EPC в Индонезии (Page *et al.*, 2002) или глобального обнаружения активных пожаров (ATSR World Fire Atlas, 2003: <http://earth.esa.int/ionia/FIRE/>) пожарных отметин (GLOBSCAR, 2003 Global Burned Forest Mapping, <http://earth.esa.int/ionia/FIRE/>; GLOBCARBON, 2003: Global Land Products for Carbon Model Assimilation, <http://www.esa.int/dup>) и выжженных районов (Global Brunt Area 2000: http://www.gvm.sai.jrc.it/fire/gba2000_website/index.htm). В качестве примера можно привести недавнее исследование с использованием методов дистанционного зондирования, когда была проведена оценка общей площади обезлесения, вызванного пожарами во влажных тропиках в период 1990-1997 гг., и получены данные, отличающиеся от статистических данных, сообщенных ФАО, которая использует данные об обезлесении, представляемые странами и экспертами (Achard *et al.*, 2002).

ТАБЛИЦА 5.7.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ПЛАТФОРМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Спутник	Название датчика	Страна (операция)	Пространственное разрешение	Полоса обзора	Тим и масштаб датчика		Спектральная информация				Наличие данных (период сбора)			
					Type	Scale	VNIR	SWIR	TIR	SAR	1980 - 1990	1990 - 1999	2000 - 2007	2008 - 2012
NOAA (POES)	AVHRR	USA	1100	2700	O	Co-G	M	S	M	-	A	A	A	A
SPOT	Vegetation	EU	1150	2250	O	Co-G	M	S		-		PA	PA	MA
ADEOS-II	GLI	Japan	250, 1000	1600	O	Co-G	M	M	M	-			PA	MA
Terra/Aqua	MODIS	USA	250, 500, 1000	2330	O	Co-G	M	M	M	-			A	PA
Terra	MISR	USA	275, 550, 1000	360	O	Co-G	M			-			PA	
ERS-1/2	ATSR-1/2	Europe	1000	500	O	Co-G	M	M	M			PA	A	MA
Envisat	AATSR	Europe	1000	500	O	Co-G	M	M	M				PA	MA
NPOESS	VIRS	USA	400	3000	O	Co-G	M	M	M	-				A
Envisat	MERIS	Europe	300 (Land)	1150	O	Co-G	M	M		-			PA	MA
Landsat	MSS	USA	80	185	O	R	M			-	A	A		
Landsat	TM	USA	30, 120	185	O	R	M	M	S	-	PA	A	PA	
Landsat	ETM+	USA	15, 30, 60	185	O	R	M	M	S	-			A	A
SPOT	HRV/HRVIR/HRG	French	(2.5), 10, 20	60	O	R	M	(S)		-	PA	A	A	
Terra	ASTER	Japan/USA	15, 30, 90	60	O	R	M	M	M	-			A	
IRS-1C/D	PAN/LISS-3	India	6 / 23	70 / 141	O	R	M	S		-		PA	PA	
JERS-1	OPS (VNIR)	Japan	18*24	75	O	R	M					PA		
ALOS	AVNIR-2	Japan	10	70	O	R	M			-			PA	A
ALOS	PRISM	Japan	2.5	35/70	O	R	S			-			PA	MA
IKONOS	Pan/Multi	USA	0.82 / 3.3	11	O	R	M			-			A	MA
Orbview-3	Pan/Multi	USA	0.82/ 3.3	8	O	R	M			-			PA	MA
QuickBird	Pan/Multi	USA	0.61 / 2.5	17	O	R	M			-			PA	MA
EO-1	ALI	USA	10, 30	185	O	R	M	M		-			PA	
EO-1	Hyperion	USA	30	7.5	O	R	H	H		-			PA	
JERS-1	SAR	Japan	18	75	S	R	-	-	-	L		PA		
ALOS	PALSAR	Japan	10, 100	70, 250-350	S	R	-	-	-	L			PA	MA
ERS-1/2	AMI	Europe	30	100	S	R	-	-	-	C		PA	PA	MA
Envisat	ASAR	Europe	30, 100, 150	100, 400	S	R	-	-	-	C			PA	MA
Radarsat-1/2	SAR	Canada	(3, 8), 10, 30	(20), 50, 100	S	R	-	-	-	C		PA	A	MA
TerraSAR	SAR	Germany	1-3, 3-15	10, 40-60	S	R	-	-	-	X/L			PA	MA
LIDAR														
VCL	VCL	USA	25	8	L	R	S			-			PA	MA

O: оптический; S: радиолокатор с сингезированной апертурой; L: лидар; Co: континентальный; G: глобальный; R: региональный; S: однополосный; M: многополосный; H: низкочастотный диапазон. A: имеются для всего периода; PA: имеются для части периода; MA: могут иметься в течение всего периода.

Библиография

ВВЕДЕНИЕ

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2000 г.). Пенман Дж., Крюгер Д., Галбалли Я., Хираиши Т., Ниензи Б., Эммануэль С., Буендиа Л., Хоппаус Р., Мартинсен Т., Мейер Дж., Мива К., и Танабе К. (редакторы). *Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов*. ВМО/МГЭИК, Женева, Швейцария.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). (1997 г.). Хоутон Дж.Т., Мейра Филхо Л.К., Лим Б., Тринтон К., Мамти И., Бондуки Ю., Григз Д.Дж. и Калландер Б.А. (редакторы). *Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, МГЭИК 1996 г.* МГЭИК/ОЭСР/ИЕА, Париж, Франция.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2000 г.). Пенман Дж., Крюгер Д., Галбалли Я., Хираиши Т., Ниензи Б., Эммануэль С., Буендиа Л., Хоппаус Р., Мартинсен Т., Мейер Дж., Мива К., и Танабе К. (редакторы). *Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов*. ВМО/МГЭИК, Женева, Швейцария.

Cullen A.C., and Frey H.C. (1999). *Probabilistic Techniques in Exposure and Risk Assessment: a Handbook for Dealing with Variability and Uncertainty in Models and Inputs*. Plenum Press, New York.

Eggleston H. S., Charles D., Jones B.M.R., Salway A.G., and Milne R. (1998). Treatment of uncertainties for national greenhouse gas emissions. Report AEAT 2688-1 for DETR Global Atmosphere Division, AEA Technology, Culham, UK.

Fishman G.S. (1996). *Monte Carlo: concepts, algorithms, and applications*. Springer-Verlag, New York.

Frey H.C., and Burmaster D.E. (1999). Method for characterization of variability and uncertainty: comparison of bootstrap simulation and likelihood-based approaches. *Risk Analysis*, 19: pp. 109-129.

Frey H.C. and Rhodes D.S. (1996). Characterizing, simulating, and analyzing variability and uncertainty: an illustration of methods using an air toxics emissions example. *Human and Ecological Risk Assessment*, 2: pp. 762-797.

Lehtonen A., Mäkipää R., Heikkinen J., Sievänen R., and Liski J. (2004). Biomass expansion factors (BEF) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forest. *Forest Ecology and Management*. 188: 211-224

Morgan M.G., and Henrion M. (1990). *Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*, Cambridge University Press, New York.

Ogle S.M., Eve M.D., Breidt F.J., and Paustian K. (2003). Uncertainty in estimating land use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agroecosystems between 1982 and 1997. *Global Change Biology* 9: pp.1521-1542

Oreskes N., Shrader-Frechette K. and Belitz K. (1994). Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences. *Science*, 263: pp.641-646.

Rypdal K., and Winiwarter W. (2001). Uncertainties in GHG emission inventories. *Environmental Policy and Science*, 4(2-3): pp. 107-116.

Winiwarter W., and Rypdal K. (2000). Uncertainties in the Austrian GHG emission inventory. *Atmospheric Environment* 35/32: pp. 5425-5440.

ВЫБОРКА

Cochran W.G. (1977). *Sampling techniques*. John Wiley & Sons, New York.

Dees M., Koch B., and Pelz D.R. (1998). Integrating satellite based forest mapping with Landsat TM in a concept of a large scale forest information system. *PFG*, 4/1998: pp.209-220.

De Vries P.G. (1986). *Sampling theory for forest inventory*. Springer-Verlag, New York.

Gertner G., and Köhl M. (1992). An assessment of some nonsampling errors in a national survey using an error budget. *Forest Science* 38(3): pp. 525-538.

Köhl M., Scott C.T., and Zingg A. (1995). Evaluation of Permanent Sample Surveys for Growth and Yield Studies. *Forest Ecology and Management*, 71(3): pp. 187-194.

- Lund G.H. (ed.). (1998). IUFRO Guidelines for designing multipurpose resource inventories. IUFRO World Service Volume 8. International Union of Forest Research Organizations. Vienna, Austria.
- Raj D. (1968). Sampling theory. McGraw-Hill.
- Reed D.D., and Mroz G.D. (1997). Resource assessment in forested landscapes. John Wiley & Sons, New York. p.386
- Särndal C.-E., Swensson B., and Wretman J. (1992). Model assisted survey sampling. Springer, New York.
- Schreuder H.T., Gregoire T.G., Wood G.B. (1993). Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory, John Wiley & Sons, New York.
- Scott C.T., and Köhl M. (1994). Sampling with partial replacement and stratification, *Forest Science* 40(1): pp. 30-46
- Thompson S.K. (1992). Sampling. John Wiley & Sons, New York.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ВЫБОР – ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КАТЕГОРИЙ

- Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). (1997 г.). Хоутон Дж.Т., Мейра Филхо Л.К., Лим Б., Тринтон К., Мамти И., Бондуки Ю., Григз Д.Дж. и Калландер Б.А. (редакторы). Пересмотренные *руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, МГЭИК 1996 г.* МГЭИК/ОЭСР/ИЕА, Париж, Франция.
- Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2000 г.). Пенман Дж., Крюгер Д., Галбалли Я., Хираиши Т., Ниензи Б., Эммануэль С., Буендиа Л., Хоппаус Р., Мартинсен Т., Мейер Дж., Мива К., и Танабе К. (редакторы). *Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов.* ВМО/МГЭИК, Женева, Швейцария.
- Cullen A.C., and Frey H.C. (1999). Probabilistic Techniques in Exposure Assessment, A Handbook for Dealing with Variability and Uncertainty in Models and Inputs. ISBN 0-306-45957-4. Plenum Press. New York and London.
- Flugsrud K., Irving W., and Rypdal K. (1999). Methodological Choice in Inventory Preparation. Suggestion for Good Practice Guidance. Documents 1999/19. Statistics Norway.
- Morgan M.G., and Henrion M. (1990). Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis, Cambridge University Press, New York.
- Rypdal K., and Flugsrud K. (2001). Sensitivity Analysis as a Tool for Systematic Reductions in GHG Inventory Uncertainties. *Environmental Policy and Science*. Vol 4 (2-3): pp. 117-135.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

- Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). (1997 г.). Хоутон Дж.Т., Мейра Филхо Л.К., Лим Б., Тринтон К., Мамти И., Бондуки Ю., Григз Д.Дж. и Калландер Б.А. (редакторы). Пересмотренные *руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, МГЭИК 1996 г.* МГЭИК/ОЭСР/ИЕА, Париж, Франция.
- Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2000 г.). Пенман Дж., Крюгер Д., Галбалли Я., Хираиши Т., Ниензи Б., Эммануэль С., Буендиа Л., Хоппаус Р., Мартинсен Т., Мейер Дж., Мива К., и Танабе К. (редакторы). *Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов.* ВМО/МГЭИК, Женева, Швейцария.

СОГЛАСОВАННОСТЬ ВРЕМЕННОГО РЯДА И ПЕРЕСЧЕТЫ

- Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2000 г.). Пенман Дж., Крюгер Д., Галбалли Я., Хираиши Т., Ниензи Б., Эммануэль С., Буендиа Л., Хоппаус Р., Мартинсен Т., Мейер Дж., Мива К., и Танабе К. (редакторы). *Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов.* ВМО/МГЭИК, Женева, Швейцария.

ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ

- Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (2000 г.). Пенман Дж., Крюгер Д., Галбалли Я., Хираиши Т., Ниензи Б., Эммануэль С., Буендиа Л., Хоппаус Р., Мартинсен Т., Мейер Дж., Мива К., и Танабе К. (редакторы). *Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов.* ВМО/МГЭИК, Женева, Швейцария.

- Achard F., Eva H.D., Stibig H.J., Mayaux P., Gallego J., Richards T., and Malingreau J.-P. (2002). Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297: pp. 999-1002.
- Alexandrov G.A., Oikawa T., and Yamagata Y. (2002b). The scheme for globalization of a process-based model explaining gradations in terrestrial NPP and its application, *Ecological Modelling*, 148: pp.293-306.
- Aubinet M., Grelle A., Ibrom A., Rannik U., Moncrieff J., Foken T., Kowalski A.S., Martin P.H., Berbigier P., Bernhofer C., Clement R., Elbers J., Granier A., Grünwald T., Morgenstern K., Pilegaard K., Rebmann C., Snijders C.W., Valentini R., and Vesala T. (2000). Estimates of the annual net carbon and water exchange of forests: the EUROFLUX methodology. *Advances in Ecological Research* 30: pp. 113-175.
- Baldocchi D., Falge E., Gu L., Olson R., Hollinger D., Running S., Anthoni P., Bernhofer C., Davis K., Evans R., Fuentes J., Goldstein A., Katul G., Law B., Lee X., Malhi Y., Meyers T., Munger W., Oechel W., Paw T., Pilegaard K., Schmid H.P., Valentini R., Verma S., Vesala T., Wilson K., and Wofsy S. (2001). FLUXNET: A New Tool to Study the Temporal and Spatial Variability of Ecosystem-Scale Carbon Dioxide, Water Vapor, and Energy Flux Densities. *Bull. Amer. Met. Soc.* 82 (11): pp. 2415-2434.
- Bakwin P., Tans P., Ussler W. III, and Quesnell E. (1995). Measurements of carbon dioxide on a very tall tower. *Tellus* 47B: pp. 535-549.
- Birdsey R.A. (1996). Carbon storage for major forest types and regions in the conterminous United States. In: Sampson R.N., and Hair D.(eds.) *Forests and Global Change*, Vol. 2: Forest Management Opportunities for Mitigating Carbon Emission American Forests, Washington D.C., USA, pp. 1-25.
- Blair J.B., Rabine D.L., and Hofton M.A. (1999). The Laser Vegetation Imaging Sensor: a medium-altitude, digitization only, airborne laser altimeter for mapping vegetation. *ISPRS J. Photogrammetric & Remote Sensing* 54: pp.115-122.
- Butterbach-Bahl K., Breuer L., Gasche R., Willibald G., and Papen H. (2002). Exchange of trace gases between soils and the atmosphere in Scots pine forest ecosystems of the northeastern German lowlands 1. Fluxes of N₂O, NO/NO₂ and CH₄ at forest sites with different N-deposition., *Forest Ecology and Management* 167: pp. 123-134.
- Butterbach-Bahl K. and Papen H. (2002). Four years continuous record of CH₄-exchange between the atmosphere and untreated and limed soil of a N-saturated spruce and forest ecosystem in Germany., *Plant and Soil* 240: pp.77-90.
- Carlson T.N. and Ripley D.A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62: pp.241-252.
- Chen W., Chen J.M., Liu J., and Cihlar J. (2000a). Approaches for reducing uncertainties in regional forest carbon balance. *Global Biogeochemical Cycles* 14(3): pp. 827-838.
- Chen W., Chen J.M., and Cihlar J. (2000b). An integrated terrestrial carbon-budget model based on changes in disturbance, climate, and atmospheric chemistry. *Ecol. Modelling* 135: 55-79.
- Chen, J.M., Pavlic G., Brown L., Cihlar J., Leblanc S.G., White H.P., Hall R.J., Peddle D., King D.J., Trofymow J.A., Swift E., Van der Sanden J., and Pellikka P. (2002). Validation of Canada-wide leaf area index maps using ground measurements and high and moderate resolution satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 80: pp. 165-184.
- Dubayah R.O., and Drake J.B. (2000). Lidar remote sensing for forestry. *J. Forestry* 98: pp. 44-46.
- Foody C.M., Green R.M., Lucas R.M., Curran P.J., Honzak M., and Do Amaral I. (1997). Observations on the relationship between SIR-C radar backscatter and the biomass of regenerating tropical forests. *Int. J. Remote Sens.* 18: pp. 687-694.
- Gemmell F. and McDonald A.J. (2000). View zenith angle effects on the forest information content of three spectral indices. *Remote Sensing of Environment*, 72: pp. 139-158.
- Gholz H.L. (1982). Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest. *Ecology* 63: pp. 469-481.
- Gobron N., Pinty B., Verstraete M.M., and Widlowski J.-L. (2000). Advanced vegetation indices optimised for upcoming sensors: design, performance, and applications. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 38: pp.2489-2505.
- Gurney K.R., Law R.M., Scott Denning A., Rayner P.J., Baker D., Bousquet P., Bruhwiler L., Chen Yu-Han, Ciais P., Fan S., Fung I.Y., Gloor M., Heimann M., Higuchi K., John J., Maki T., Maksyutov S., Masariek K., Peylin P., Prather M., Pakk B.C., Randerson J., Sarmiento J., Taguchi S., Takahashi T., Yuen C.-W. (2002). Towards robust regional estimates of CO₂ sources and sinks using atmospheric transport models. *Nature*, 415: pp. 626-630.
- Huete A.R., Liu H.Q., Batchily K., and van Leeuwen W. (1997). A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 59: pp. 440-451.
- Janssens I.A., Lankreijer H., Matteucci G., Kowalski A.S., Buchmann N., Epron D., Pilegaard K., Kutsch W., Longdoz B., Grünwald T., Montagnani L., Dore S., Rebmann C., Moors E.J., Grelle A., Rannik Ü., Morgenstern K., Oltchev

- S., Clement R., Guðmundsson J., Minerbi S., Berbigier P., Ibrom A., Moncrieff J., Aubinet M., Bernhofer C., Jensen N.O., Vesala T., Granier A., Schulze E.-D., Lindroth A., Dolman A.J., Jarvis P.G., Ceulemans R., Valentini R. (2001). Productivity overshadows temperature in determining soil and ecosystem respiration across European forests, *Global Change Biology*, 7: pp. 269-278.
- Kaufman Y.J. and Tanré D. (1992). Atmospherically-resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30: pp. 261–270.
- Kauppi P.E., Mielikäinen K., Kuusela K. (1992). Biomass and carbon budget of European forests, 1971 to 1990. *Science*, 256: pp. 70-74.
- Körner C. (2003). Slow in, rapid out – Carbon flux studies and Kyoto targets. *Science*, 300: pp.1242-1243.
- Kramer K., Leinonen I., Bartelink H.H., Berbigier P., Borghetti M., Bernhofer C., Cienciala E., Dolman A.J., Froer O., Gracia C.A., Granier A., Grünwald T., Hari P., Jans W., Kellomäki S., Loustau D., Magnani F., Markkanen T., Matteucci G., Mohren G.M.J, Moors E., Nissinen A., Peltola H., Sabaté S., Sanchez A., Sontag M., Valentini R., Vesala T. (2002). Evaluation of 6 process-based forest growth models based on eddy-covariance measurements of CO₂ and H₂O fluxes at 6 forest sites in Europe. *Global Change Biology*, 8: pp. 213-230.
- Kurz W., Apps M. (1999). A 70-year retrospective analysis of carbon fluxes in the Canadian forest sector. *Ecological Applications* 9(2): pp.526-547.
- Landsberg J.J. and Waring R.H. (1997). A generalised model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance, and partitioning. *Forest Ecology and Management*, 95: pp. 209–228.
- Luckman A., Baker J., Honzák M., and Lucas R. (1998). Tropical forest biomass density estimation using JERS-1 SAR: Seasonal variation, confidence limits, and application to image mosaics. *Remote Sens. Environ.*, 63: pp. 126–139.
- McGuire A.D., Sitch S., Clein J.S., Dargaville R., Esser G., Foley J., Heimann M., Joos F., Kaplan J., Kicklighter D.W., Meier R.A., Melillo J.M., Moore B. III, Prentice I.C., Ramankutty N., Reichenau T., Schloss A., Tian H., Williams L.J., and Wittenberg U. (2001). Carbon balance of the terrestrial biosphere in the twentieth century: Analyses of CO₂, climate and land-use effects with four process-based ecosystem models. *Global Biogeochemical Cycles*, 15: pp.183-206.
- Means J.E., Acker S.A., Harding D.J., Blair J.B., Lefsky M.A., Cohen W.B., Harmon M.E., and Mckee W.A. (1999). Use of large-footprint scanning airborne lidar to estimate forest stand characteristics in the Western Cascades of Oregon. *Remote Sens. Environ.*, 67: pp. 298–308.
- Mollicone D., Matteucci G., Koble R., Masci A., Chiesi M., Smits P.C. (2003). A model based approach for the estimation of carbon sink in European forest. In: Valentini R. (ed.) Fluxes of carbon, water and energy of European forests. *Ecological Studies*, Vol. 163, Springer-Verlag, Berlin, pp.179-206.
- Monteith J.L. (1977). Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series B, 281: pp.277–294.
- Moreau L. and Li Z. (1996). A new approach for remote sensing of canopy absorbed photosynthetically active radiation. II.: proportion of canopy absorption. *Remote Sensing of Environment*, 55: pp.192–204.
- Nabuurs G.J., Pavinien R., Sikkema R., Mohren G.M.J. (1997). The role of European forests in the global carbon cycle – a review. *Biomass and Bioenergy*, 13: pp. 345-358.
- Nilsson S., Jonas M., Obersteiner M., Victor D.G. (2001). Verification: the gorilla in the struggle to slow global warming. *The Forestry Chronicle* 77(3): pp.475-478.
- Okuda T. and Nakane K. (1988). Application of Landsat MSS data to the vegetation classification—a case study of the northwestern part of Fukuoka prefecture, Japan. *Jpn. J. Ecol.* 38: pp. 85–97.
- Okuda T., Suzuki M., Adachi N., Yoshida K., Niiyama K., Nur Supardi M.N., Manokaran N., Mazlan H. (2003). Logging history and its impact on forest structure and species composition in the Pasoh Forest Reserve - Implication for the sustainable management of natural resources and landscapes. In Okuda T, Niiyama K., Thomas S.C., and Ashton P.S. (eds.). *Pasoh: Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo, pp. 15-34.
- Oreskes N., Shrader-Frechette K. and Belitz K.(1994). Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences.. *Science*, 263: pp. 641-646.
- Page S.E., Siegert F., Rieley J.O., Boehm H.-D.V., Jaya A. and Limin S. (2002). The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature*, 420: pp.61-65.
- Rauste Y., Häme T., Pulliainen J., Heiska K., Hallikainen M. (1994). Radar-based forest biomass estimation. *Int. Jour. Remote Sensing* 15(14): pp. 2797-2808.
- Running S.W. (1994). Testing FOREST-BGC ecosystem process simulations across a climatic gradient in Oregon, *Ecol. Appl.* 4(2): pp. 238–247.

- Running S.W. and Coughlan J.C. (1988). A general model of forest ecosystem processes for regional applications I. Hydrological balance, canopy gas exchange and primary production processes *Ecol. Model.* 42: pp.125–154.
- Running S.W. and Hunt E.R. Jr. (1993). Generalization of a forest ecosystem process model for other biomes, BIOME-BGC, and an application for global-scale models. In: Ehleringer J.R. and Field C. (eds.), *Scaling physiological processes: Leaf to globe*, Academic Press, San Diego, CA, pp. 141–158.
- Saatchi S.S., Nelson B., Podest E., and Holt J. (2000). Mapping land cover types in the Amazon Basin using 1 km JERS-1 mosaic. *Int. J. Remote Sens.* 21: pp. 1201–1234.
- Schulze E.-D., Valentini R., Sanz M.-J.(2002). The long way from Kyoto to Marrakesh: implication of the Kyoto Protocol negotiations for global ecology. *Global Change Biology* 8: pp. 505-518.
- Smith P. (2001). Verifying sinks under the Kyoto Protocol. *VERTIC Briefing Paper* 01/03, 1-9 (<http://www.vertic.org/briefing/briefing.html>)
- Steinkamp R., Butterbach-Bahl K., Papen H. (2001). Methane oxidation by soils of an N limited and N fertilized spruce forest in the Black Forest, Germany. *Soil Biology & Biochemistry* 33: pp. 145-153.
- Terhikki Manninen A., Ulander L.M.H. (2001). Forestry parameter retrieval from texture in CARABAS VHF-Band SAR images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 39(12): pp. 2622-2633.
- Trotter C.M., Dymond J.R., and Goulding C.J. (1997). Estimation of timber volume in a coniferous plantation forest using Landsat TM.. *International Journal of Remote Sensing*, 18: pp. 2209–2223.
- Uchijima Z. and Seino H. (1985). Agroclimatic evaluation of net primary productivity of natural vegetation. (1) Chikugo model for evaluating net primary productivity, *J. Agr. Met.* 40: pp. 343–352.
- Waring R.H. (1983). Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area *Adv. Ecol. Res.* 13: pp. 327-354.
- Waring R.H. and Running S.W. (1998). *Forest Ecosystems. Analysis at multiple scales*. Academic Press, San Diego, CA, USA.

