



ШАГ 2 РАСЧЕТ ГОДОВОЙ АКУМУЛЯЦИИ УГЛЕРОДА НАЗЕМНОЙ БИОМАССОЙ (ЗЕМЛИ, ВЫВЕДЕННЫЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ БОЛЕЕ 20 ЛЕТ НАЗАД)

- 1 Внесите общую площадь земель, выведенных из эксплуатации более 20 лет назад (в тысячах га), в колонку G.
- 2 Внесите ежегодную скорость прироста биомассы (в тоннах сухой массы на га) в колонку H.

В таблице 5-8 приведены значения, которые можно использовать по умолчанию, т.е. при отсутствии лучших данных.
- 3 Умножьте общую площадь заброшенных земель (колонка G) и ежегодную скорость прироста биомассы (колонка H). Результат - годовое увеличение наземной биомассы (в тыс. тонн сухой массы), запишите его в колонку I.
- 4 Занесите долю углерода в наземной биомассе в колонку J (по умолчанию это 0,5).
- 5 Умножьте годовое увеличение наземной биомассы (колонка I) на долю углерода в наземной биомассе (колонка J). Результат - годовое накопление углерода в наземной биомассе, запишите его в колонку K.
- 6 Сложите значения в колонке K и внесите результат в ячейку “Всего” внизу колонки.

ШАГ 3 РАСЧЕТ ОБЩЕГО СТОКА CO₂ НА ЗЕМЛЯХ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- 1 Сложите суммы в колонках E и K и запишите результат - общий сток углерода, обусловленный выводом земель из эксплуатации, в колонку L.
- 2 Умножьте общий сток углерода, обусловленный выводом земель из эксплуатации, на 44/12, чтобы получить общий сток CO₂ на заброшенных землях (в Гт), результат внесите в колонку M.
- 3 Для представления всех результатов инвентаризации в сводном виде необходимо поменять знак полученного результата, тогда наши расчеты будут согласовываться с остальными эмиссиями или стоками, где положительные величины означают эмиссию, а отрицательные - стоки.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ РАБОЧИМ ЛИСТОМ

- Скопируйте Рабочий лист для проведения инвентаризации, имеющийся в конце данного раздела.
- Храните у себя чистый оригинал Рабочего листа, который может потребоваться, чтобы сделать еще копии.

ТАБЛИЦА 5-8 СРЕДНИЙ ЕЖЕГОДНЫЙ ПРИРОСТ НАЗЕМНОЙ БИОМАССЫ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ЗЕМЕЛЬ (ТОННЫ СУХОЙ МАССЫ НА ГА)						
Тропические леса						
	Дождливые	Влажные с коротким сухим сезоном	Влажные с длинным сухим сезоном	Сухие	Горные влажные	Горные сухие
	R ≥ 2000	2000>R>1000		R≤1000	R>1000	R<1000
Африка						
≤20 лет	10	5,3	2,3-2,5	0,8-1,5	5	2
>20 лет	2,5	1,3	0,6-3,0	0,2-1,6	1	0,5
Азия:						
Континентальная						
≤20 лет	11	9	6	5	5	нет данных
>20 лет	3	2	1,5	1,3	1	
Островная						
≤20 лет	13	11	нет данных	незначит. площади или не имеется	12	не имеется
>20 лет	3,4	3			3	
Америка						
≤20 лет	10	нет данных	4	4	5	1,8
>20 лет	2,6		1	1	1,4	0,4
Примечание: R= годовое количество осадков, мм/год.						
Леса умеренных широт				0-20 лет	20-100 лет	
	Хвойные			3,0	3,0	
	Лиственные			2,0	2,0	
Леса борсальных широт				0-20 лет	20-150 лет	
	Смешанные лиственные-хвойные и лиственные			0,7-2,0	0,7-6,4	
	Хвойные			0,5-1,9	0,5-5,0	
	Лесотундра			0,2-0,5		
ВСЕ ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ СРЕДНЕРЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ПРИРОСТА ДОЛЖНЫ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ТОЛЬКО КАК ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ. ЕСЛИ ЛЕСА ЯВЛЯЮТСЯ СУЩЕСТВЕННОЙ ЧАСТЬЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЦЕЛОМ, ТО НАДО СТРЕМИТЬСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ МЕСТНЫЕ ДАННЫЕ ИЛИ МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ О СООТВЕТСТВУЮЩИХ ВЕЛИЧИНАХ, ОТРАЖАЮЩИЕ МЕСТНЫЕ УСЛОВИЯ И ПРАКТИКУ ВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВА.						
Источники: См. Справочное руководство						



5.6 Эмиссии и стоки CO₂ из почвы при изменении землепользования и методов ведения хозяйства

5.6.1 Введения

Данная методология включает в себя оценку нетто эмиссии CO₂ (стоков и источников), связанных с тремя процессами: 1) изменениями в запасах углерода в почве и подстилке эксплуатируемых (минерализованных) почв, вызванными изменениями практики землепользования; 2) эмиссией CO₂ из целинных (органических) почв, на землях, где началось ведение сельского хозяйства или были заложены лесные плантации; и 3) эмиссией CO₂ от известкования почв, используемых в сельскохозяйственных целях. В данной методологии не учитываются эмиссии и стоки CO₂, связанные с естественными карбонатами почв (солями угольной кислоты).

5.6.2 Источники данных

Стандартной глобальной базы данных для наших расчетов не имеется. Необходимая для расчетов первичная информация должна включать данные о пространственном распределении различных типов почв и данные о практике землепользования в данной стране. Информация для оценки воздействия методов ведения хозяйства на почвенный углерод может быть получена в результате многолетних полевых экспериментов. Источники такой информации следующие.

- Инспектирование почв и другие виды инвентаризации национальных ресурсов
- Статистика землепользования и производства сельхозпродукции
- Сводка данных о многолетних полевых экспериментах (для справок см. *Справочное руководство*)

Информация для оценки эмиссий CO₂ при известковании почв может быть получена из статистических данных использования извести или выведена из статистики ее производства и экспорта-импорта.

5.6.3 Методология

Расчет эмиссий CO₂ из минерализованных почв основывается на подсчете изменений запасов углерода в почве (и подстилке) как функции изменений землепользования и практики ведения сельскохозяйственных работ. Для расчета изменений запаса углерода берется двадцатилетний период инвентаризации. То есть, необходимо знать распределение земель по типу использования и типу почв на год данной инвентаризации и 20 лет назад. Пример расчетов дан в *Справочном руководстве*. Оценки запаса углерода основываются на его содержании только в верхних 30 см почвенного профиля. Более глубокие слои также могут быть значительным запасом углерода, в частности в тропических почвах. Однако в целом они намного меньше подвержены изменениям

при смене типа или практики землепользования, чем верхние слои. К тому же о них имеется меньше данных.

Эмиссия CO_2 на органических почвах (целинные почвы, эксплуатируемые в настоящее время) рассчитывается с помощью типичных оценок ежегодной эмиссии, зависящих от климатической зоны и типа землепользования. Таким образом, здесь требуются данные о площадях таких почв и их текущем использовании. Заложенные в методике скорости эмиссии получены на базе широкого обзора научной литературы.

Расчеты эмиссий при известковании почв требуют только данных о количестве и, желательно, типе используемых веществ.

Заполнение Рабочих листов

Для записи данных инвентаризации используйте имеющийся в конце данного модуля РАБОЧИЙ ЛИСТ 5-5 ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОЧВАХ.

СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВА В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

Такие системы включают в себя главные типы практики землепользования, имеющиеся в стране, а также типы экосистем, ранее конвертированные в сельскохозяйственные земли (например, леса, саванны, луга) или когда то бывшие сельскохозяйственными землями (например, заброшенные земли, восстановленные леса). Системы должны также отражать различия в запасах углерода, связанные с разницей в практике землепользования. При изменениях практики землепользования, где изменения запасов углерода идут достаточно долгое время (т.е. > 10 лет), должны быть рассмотрены одна или более "промежуточных" систем (например, молодые заброшенные земли, старые заброшенные земли), см. Шаг 2. Примеры типичных систем землепользования для различных климатических зон даны ниже в Приложении.

ШАГ 1 ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПО ТИПАМ ПОЧВ (ТОЛЬКО ДЛЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОЧВ) В НАЧАЛЕ И В КОНЦЕ ПЕРИОДА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ

1 Определите типы систем землепользования, подлежащие инвентаризации.

2 Запишите эти системы в колонку А.

Рабочий лист 5-5, лист 1, должен использоваться для распределения всех систем землепользования, подлежащих инвентаризации, по категориям (примеры см. в Приложении в данной *Рабочей книге* и таблице 5-10 в *Справочном руководстве*).

3 В колонку Е внесите площадь каждой системы на текущий год инвентаризации (t) в миллионах га с подразделением по типам почв.

Если на тех или иных почвах не имеется данной системы землепользования, то пишите ноль ("0").

4 В колонку D внесите площади земель двадцать лет назад от года инвентаризации (t-20).

Примечание: Для каждого типа почв общая площадь (просуммированная по всем системам землепользования) должна быть одинаковой и в год t и в год t-20. Для проверки сложите значения в колонке D по всем системам землепользования. То же сделайте в колонке E. Суммы должны совпасть (т.е. общая площадь, подлежащая инвентаризации, одинакова).



ШАГ 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ТИПОВ ПОЧВ

- 1 Для естественных экосистем внесите значения запасов почвенного углерода в колонку С в тоннах С на гектар. Типичные величины, используемые при отсутствии иных данных, даны в таблице 5-9.

Если экосистема уже подверглась сельскохозяйственному воздействию, для оценки запасов почвенного углерода используйте дополнительный Рабочий лист 5-5А.

Для таких уже эксплуатируемых систем используется следующее уравнение:

$$\text{Почв. углерод}_{\text{эксплуат.}} = \text{Почв. углерод}_{\text{естеств.}} \times \text{Базовый коэфф} \times \text{Коэфф. вспашки} \times \text{Коэфф. добавления}$$

Рабочий лист 5-5А (дополнительный): УГЛЕРОД ПОЧВ, ПОДВЕРГШИХСЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ.

- 1 Внесите системы землепользования и ведения хозяйства в колонку А, как это было сделано выше на шаге 1 Рабочего листа 5-5.

Рабочий лист 5-5А (дополнительный) должен использоваться для распределения всех систем ведения хозяйства по категориям.

- 2 Впишите значения запасов почвенного углерода при естественной растительности в колонку С. Типичные величины, используемые при отсутствии иных данных, даны в таблице 5-9.
- 3 Внесите базовые коэффициенты в колонку D. В таблице 5-10 даны типичные значения.
- 4 Внесите коэффициенты вспашки в колонку E. В таблице 5-10 даны типичные значения. В тех случаях, когда нет ни данных для страны ни типичных данных (используемых по умолчанию), пишите 1.
- 5 Внесите коэффициенты добавления в колонку F. В таблице 5-10 даны типичные значения. В тех случаях, когда нет ни данных для страны ни типичных данных, пишите 1.
- 6 Умножьте значения в колонках С, D, E и F. Внесите произведения в колонку G. Результат - почвенный углерод в землях, подвергшихся сельскохозяйственному воздействию.
- 7 Перепишите полученные величины из колонки G в колонку С листа 1 Рабочего листа 5-5.

ТИПИЧНЫЕ (ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОТСУТСТВИИ ИНЫХ ДАННЫХ) КОЭФФИЦИЕНТЫ ВСПАШКИ И ДОБАВЛЕНИЯ

Типичные коэффициенты вспашки и добавления могут быть взяты из таблицы 5-10 (в соответствии с определенными типичными системами землепользования). Пожалуйста, обратите внимание, что все определения, данные в Приложении, могут быть разложены по категориям, которые в сводном виде представлены в таблице 5-10.

ТАБЛИЦА 5-9
ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ
(ТОННЫ С/ГА В СЛОЕ 0-30 СМ)

Климатическая зона	Интенсивно эксплуатируемые почвы	Неинтенсивно эксплуатируемые почвы	Песчаные почвы	Вулканические почвы (Andisols)	Заболоченные почвы (Aquic)
Холодная умеренных широт, сухая	50	40	10	20	70
Холодная умеренных широт, влажная	80	80	20	70	180
Теплая умеренных широт, сухая	70	60	15	70	120
Теплая умеренных широт, влажная	110	70	25	130	230
Тропическая, сухая	60	40	4	50	60
Тропическая, влажная, длинный сухой сезон	100	50	5	70	100
Тропическая, влажная короткий сухой сезон	140	60	7	100	140
Тропическая, дождевая (сухого сезона нет)	180	70	8	130	180



ТАБЛИЦА 5-10 ^a										
ТИПИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ РАСЧЕТА, ПРИ ОТСУТСТВИИ ИНЫХ ДАННЫХ										
Система	SG ^b	BF	Коэффициент вспашки ^c			Коэффициент добавления ^d				
			Без вспашки	Бережная вспашка	Полная вспашка	Слабое доб.	Среднее доб.	Сильное доб.	Земли, выдержанные под паром	Земли под паром (укороченный срок)
Умеренные широты										
Долговременная эксплуатация	A,B,C,D	0,7	1,1	1,05	1,0	0,9	1,0	1,1/1,2		
Долговременная эксплуатация	E	0,6	1,1	1,05	1,0	0,9	1,0	1,1/1,2		
Улучшенные пастбища	Все почвы	1,1				НО	НО	НО		
Без эксплуатации (<20 лет)	Все почвы	0,8				НО	НО	НО		
Без эксплуатации (>20 лет)	Все почвы	0,9				НО	НО	НО		
Тропические широты										
Долговременная эксплуатация	A,B,C,D	0,6	1,1	1,0	0,9	0,8	0,9	1,1/1,2		
Долговременная эксплуатация	E	0,5	1,1	1,0	0,8	0,8	0,9	1,1/1,2		
Заливаемые водой (рисовые чеки)	Все почвы	1,1	НО	НО	НО	НО	НО	НО		
Подсечноземледелие (включ. пары)	Все почвы	0,8	НО	НО	НО	НО	НО	НО	1,0	0,8
Заброшенные/деградированные земли	Все почвы	0,5								
Неулучшенные пастбища	Все почвы	0,7				НО	НО	НО		
Улучшенные пастбища	Все почвы	1,1				НО	НО	НО		

^a Серые ячейки таблицы, где нет коэффициентов вспашки и добавления, означают случаи, при которых эти коэффициенты не применимы при данных методах ведения хозяйства. Там, где коэффициенты вспашки и добавления даны как НО (не определены) имеющаяся информация была признана недостаточной для того, чтобы выйти за рамки использования только одного базового коэффициента.

SG = Тип почвы, BF = Базовый коэффициент.

^b Типы почвы А = интенсивно эксплуатируемые, В = неинтенсивно эксплуатируемые, С = песчаные, D = вулканические, E = заболоченные.

^c "Без вспашки" означает рост запаса С, по сравнению с полной вспашкой (полное переворачивание почвы). Бережная вспашка (т.е. значительное "возмущение" почвы, но без ее переворачивания) предполагает получение небольшого увеличения относительно полной вспашки.

^d Коэффициент добавления выбирается в зависимости от количества сельскохозяйственных отходов и их использования, использования покровных культур, мульчирования, агролесохозяйственных методов, частоты оставления земель под чистым паром в засушливых системах умеренных широт. Слабое добавление имеет место при вывозке или сжигании отходов, или при чистом паре. Среднее добавление при оставлении отходов на месте. Сильное (относительно номинального среднего добавления) - при специальной обработке отходов, добавлении их в измельченном виде, внесении перегнойной зеленой массы, или при усиленном выращивании остатков (1,1), или при регулярном унавоживании почвы (1,2).

ШАГ 3 РАСЧЕТ ГОДОВОЙ НЕТТО ЭМИССИИ ИЗ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОЧВ.

- 1 Умножьте значения почвенного углерода из колонки С на площади земель из колонки D, запишите результат в колонку F.
- 2 Умножьте значения почвенного углерода из колонки С на площади земель из колонки E, запишите результат в колонку G.
- 3 Вычтите величину в колонке F из величины в колонке G. Результат - нетто изменение запаса почвенного углерода в минерализованных почвах для каждого типа землепользования с разбивкой по типам почв, занесите его в колонку H.

Отрицательные величины означают нетто потери углерода, а положительные - нетто накопление его запасов.

- 4 Просуммируйте значения в колонке H по всем типам землепользования / практики ведения хозяйства, запишите результат внизу колонки H.

ОРГАНИЧЕСКИЕ (ЦЕЛИННЫЕ) ПОЧВЫ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Эмиссии CO₂ из органических (целинных) почв рассматриваются, только если эти почвы **интенсивно** эксплуатируются для производства растениеводческой продукции или на лесных плантациях. Органические почвы, на которых находятся естественные экосистемы (где, вероятно, стабильный или увеличивающийся запас углерода) **не** включаются в инвентаризацию.

ШАГ 4 РАСЧЕТ ГОДОВОЙ ЭМИССИИ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЧВ

- 1 Внесите площади земель, занятых органическими (целинными) почвами (в га), в соответствии с делением на климатические зоны и типы использования почв (см. Приложение, где даны определения климатических зон), в колонку A листа 2, Рабочего листа 5-5.
- 2 Внесите годовую скорость потерь в колонку B. Величины, используемые по умолчанию (т.е. при отсутствии лучших данных), приведены в таблице 5-11. По возможности используйте данные, полученные в вашей стране.
- 3 Умножьте площади земель из колонки A на годовые потери из колонки B, произведение запишите в колонку C.
- 4 Просуммируйте значения в колонке C, запишите результат внизу колонки.

ШАГ 5 РАСЧЕТ ГОДОВОЙ ЭМИССИИ ОТ ИЗВЕСТКОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ

- 1 Внесите общее количество использованной в стране за год извести (с подразделением на ее типы) в колонку A листа 3, Рабочего листа 5-5. Если информации о типах извести нет, считайте, что везде используется известняк (CaCO₃).
- 2 Умножьте величины в колонке A на конверсионные углеродные коэффициенты, имеющиеся в колонке, произведения запишите в колонку C.
- 3 Просуммируйте значения в колонке C, запишите результат внизу колонки.



ШАГ 6 ОЦЕНКА ОБЩЕЙ НЕТТО ЭМИССИИ ИЗ ПОЧВ

- 1 Внесите общее нетто изменение запасов почвенного углерода в минерализованных почвах из всех Рабочих листов 5-5, лист 1, в колонку А (первая строка).
- 2 Внесите общее нетто изменение запасов почвенного углерода в органических почвах из всех Рабочих листов 5-5, лист 2, в колонку А (вторая строка).
- 3 Внесите значения эмиссий, вызванных известкованием почв, из Рабочего листа 5-5, лист 3, в колонку А (третья строка).
- 4 Умножьте значения из колонки А на конверсионные коэффициенты из колонки В, чтобы выразить их как общие годовые эмиссии углерода в гигаграммах в год, запишите результат в колонку С.

Заметьте, что изменение запасов углерода в минерализованных почвах должно переноситься в точности с тем же знаком (т.е., + или -), как и в листе 1 Рабочего листа 5-5.

- 5 Умножьте все значения в колонке С на 44/12, запишите результат в колонку D.
- 6 Просуммируйте значения в колонке D и занесите результат - общую нетто эмиссию CO₂ из почв, подвергшихся сельскохозяйственному воздействию, в нижнюю ячейку колонки.

ТАБЛИЦА 5-11 Типичные значения потерь углерода органических (целинных) почв при их эксплуатации	
Сельскохозяйственное использование органических (целинных) почв	Ежегодные потери (тС/(га год))
Холодная зона умеренных широт	
Растениеводство	1,0
Пастбища/ леса	0,25
Теплая зона умеренных широт	
Растениеводство	10
Пастбища/ леса	2,5
Тропическая зона	
Растениеводство	20
Пастбища/ леса	5



Приложение: Определения систем землепользования и ведения хозяйства, используемые в методике расчета “по умолчанию” (т.е. при отсутствии лучших данных)

1. УМЕРЕННЫЕ ШИРОТЫ, ХОЛОДНЫЙ СУХОЙ КЛИМАТ

Эта зона характеризуется среднегодовой температурой (МАТ) менее 10°C и годовым количеством осадков меньшим, чем эвапотранспирация (испарение с почвы, покрытой пологом растительности, климатологический термин - *Примечание переводчика*). Рост растений ограничивается недостатком воды, относительно коротким вегетационным периодом и весьма суровой зимой, что ограничивает выбор культур. **Включает следующие регионы: северная часть Великих равнин Северной Америки, обширные области Центральной и Восточной Азии.**

- a) Пастбища (неулучшенные) - травяные, часто доминируют естественные виды трав, используются для выпаса (преимущественно крупного рогатого скота) с относительно низкой интенсивностью. Внесение удобрений и борьба с вредителями обычно минимальны.
- b) Зерновые с оставлением земель под паром на летний период - в основном яровые однолетние (например пшеница, ячмень, лен, рапсовые). Периодическое оставление земель под паром на летний период (практика, используемая для восстановления почвенной влаги и питательных веществ), то есть на весь вегетационный период. Рост сорняков подавляется вспашкой и/или внесением гербицидов. Обычно в почвы вносится минимальное количество питательных и прочих веществ.
- c) Зерновые с непрерывным выращиванием (без пара) и традиционная вспашка - в основном яровые, монокультуры или различные комбинации (включая пшеницу, ячмень, овес, лен, рапс, рожь, горчица, чечевица, горох). Непрерывное выращивание требует внесения большего количества питательных веществ, чем при периодическом оставлении земель под паром. Сорняки подавляются гербицидами (во время периода роста) в сочетании со вспашкой весной и/или осенью.
- d) Зерновые с непрерывным выращиванием и без вспашки - в основном яровые, монокультуры или различные комбинации (включая пшеницу, ячмень, овес, лен, рапс, рожь, горчица, чечевица, горох). Непрерывное выращивание требует внесения большего количества питательных веществ, чем при оставлении земель под паром. Сорняки подавляются только гербицидами. Сев без предварительной вспашки прямо в растительные остатки прошлых лет.
- e) Севооборот зерновых и фуражных культур - в основном многолетние травы или бобовые, периодически чередуемые специально подобранными однолетними культурами (обычно яровыми зерновыми или зерно - масличными). Типичный севооборот может занимать от 5 до 10 лет. Эта система ведения растениеводства часто используется во взаимодействии с животноводством, значительное количество питательных веществ поступает при внесении навоза.
- f) Сенокосы/ улучшенные пастбища - в основном многолетние бобовые и травы, культивируемые продолжительное время, преимущественно как фуражные культуры. Обычно естественные виды растений заменяются другими, имеющими более высокую продуктивность.
- g) “Сукцессионные” луга - земли, эксплуатировавшиеся ранее для выращивания растений, ставшие сейчас лугами, но еще не имеющие черт

естественных луговых экосистем. Обычно один вид или смесь трав. Возникают при выводе земель из эксплуатации либо при реализации какой-либо государственной программы, часто для остановки деградации земель или для уменьшения площадей обрабатываемых земель при перепроизводстве сельхозпродукции.

- h) Растениеводческие системы с ирригацией земель - обычно включают широкий спектр относительно высокоценных культур, адаптированных к короткому вегетационному периоду, в том числе зерновые и зерно - масличные, ценные фуражные и овощные культуры (например, картофель, корнеплоды и овощи). Из-за высокой стоимости ирригации в почвы обычно вносится большое количество питательных и других веществ, чтобы достичь максимального количества и качества урожая.

2. УМЕРЕННЫЕ ШИРОТЫ, ХОЛОДНЫЙ ВЛАЖНЫЙ КЛИМАТ

Эта зона характеризуется МАТ менее 10°C и годовым количеством осадков равным или большим, чем эвапотранспирация. Рост растений ограничивается относительно коротким вегетационным периодом и весьма суровой зимой. Недостаточно тепла для кукурузы и сои, преобладают зерновые, фуражные культуры и корнеплоды. Включает большую часть Скандинавии, Финляндии, часть России и Северной Америки.

- a) Леса - естественная растительность включает лиственные и таежные (хвойные) леса, часто перемежающиеся заболоченными участками (торфяными болотами). После ледникового периода почвы относительно молоды, много кислых почв с толстым слоем подстилки (подзолистые почвы).
- b) Зерновые монокультуры - в основном пшеница, а также ячмень, овес, рожь, однолетние рапсовые. В целом используется полная вспашка (плугом). Часто почвы очень хорошо удобряются и высокопродуктивны, 5-10 т/га. На небольшом количестве площадей практикуется аperiodическое оставление земель под паром в течение всего года. В прошлом это было более распространено с целью борьбы с сорняками (до гербицидов).
- c) Севооборот зерновых и многолетних фуражных культур - зерновые и рапсовые выращиваются в наряду с травами и бобовыми кормовыми культурами, а также корнеплодами. Типичны смешанные растениеводческие и животноводческие хозяйства, включая молочно-товарные.
- d) Постоянные пастбища - используются для выпаса и/или производства сена. Обычны там, где почвенные или климатические условия не пригодны для интенсивного растениеводства (например, распространены на севере Скандинавии и Финляндии).
- e) Использование земель, выведенных из эксплуатации в качестве луговых и лесных угодий - площадь лугов сильно изменяется год от года в зависимости от политики предоставления субсидий. Растет практика короткопериодного оборота с лесными культурами для производства биоэнергетического сырья.



3. УМЕРЕННЫЕ ШИРОТЫ, СУХОЙ ТЕПЛЫЙ КЛИМАТ

Средние температуры годового вегетационного сезона в этой зоне обычно от 10 до 20°C, количество осадков обычно менее 600 мм/год; выделяются континентальные и средиземноморские климатические условия. Зона включает главные зерновые и животноводческие земли Великих равнин и Северо-Запада тихоокеанского побережья США, районы с средиземноморским климатом в Австралии, Европе и Южной Африке, а также засушливую полосу, протянувшуюся через южные районы России, Центральной Азии и Китая.

- a) Пастбища - неуплотненный травяной покров, часто преобладают естественные виды растений, с относительно малой интенсивностью используются для выпаса животных (крупный рогатый скот и овцы). Внесение удобрений и борьба с вредителями фактически отсутствуют.
- b) Зерновые с оставлением земель под паром на летний (или иной длительный) период - в основном зерновые (обычно ценные сорта пшеницы) с годовым периодом чистого пара для восстановления почвенной влаги и питательных веществ. Данная практика преобладает в наиболее сухих областях, например, где годовое количество осадков менее 400 мм/год. Борьба с сорняками ведется с помощью вспашки, применения гербицидов (увеличивающегося при беспашотном ведении хозяйства) и выпаса животных (например, овец в Австралии). Внесение питательных и других веществ часто меньше, чем при более продолжительном вегетационном периоде, эрозия и деградация почв зависят от продолжительности пара.
- c) Зерновые / бобовые с оставлением земель под паром на летний период - бобовые в виде кормового и зеленого горошка, люпина и фасолевых образуют севооборот с зерновыми. Эта система требует меньше удобрений именно за счет фиксации азота бобовыми. Эрозия почв потенциально выше после посадки таких бобовых как кормовой и зеленый горошек, которые дают меньше растительных остатков, чем другие растения.
- d) Постоянное выращивание зерновых - традиционная вспашка - включает монокультуры зерновых (пшеница, ячмень), при этом в севообороте используются очень разнообразные культуры (например, горчица, рапсовые, подсолнечник, кукуруза, сорго, просо). Эти системы требуют высокого уровня внесения питательных веществ и более распространены в районах с относительно высоким количеством осадков (> 400 мм).
- e) Постоянное выращивание зерновых - без вспашки - те же культуры, что указаны выше в традиционных вспашиваемых системах, но отсутствие вспашки увеличивает эффективность водопотребления и расширяет пределы применимости данного типа растениеводства в области с меньшим количеством осадков. Большое количество растительных остатков в поверхностном слое почвы помогает бороться с эрозией.
- f) Зерновые с сенокосами /улучшенными пастбищами - типичный севооборот может включать один или два последовательных года использования земель в качестве пастбищ или сенокосов. Периоду выращивания зерновых также может предшествовать длительный пар. Однако эта практика постепенно уходит и используется в основном во второстепенных сельскохозяйственных регионах. Содержание органического углерода быстро увеличивается в условиях хорошо организованного пастбища. Использовался оборот, 2 года зерновые - 2-4 года пастбища, но обычно он сейчас экономически не выгоден.
- g) "Сукцессионные" луга - земли, эксплуатировавшиеся ранее для выращивания растений, ставшие сейчас лугами, но еще не имеющие черт

естественных луговых экосистем. Обычно один вид или смесь трав. Возникают при выводе земель из эксплуатации либо при реализации какой-либо государственной программы, часто для остановки деградации земель или для уменьшения площадей обрабатываемых земель при перепроизводстве сельхозпродукции.

- h) Растениеводческие системы с ирригацией земель - могут включать широкий спектр растений, включая как главные полевые культуры (кукуруза, пшеница, рис, хлопок), так и ценные овощные культуры. В почвы обычно вносится большое количество питательных и других веществ, чтобы достичь максимального количества и качества урожая.

4. УМЕРЕННЫЕ ШИРОТЫ, ВЛАЖНЫЙ ТЕПЛЫЙ КЛИМАТ

Средние температуры годового вегетационного сезона в этой зоне обычно от 10-20°C, годовое количество осадков близко или превышает потенциал эвапотранспирации. Молодые почвы послеледникового происхождения, переходящие в сильно выветренные почвы более теплых регионов (в низких широтах). Преобладают интенсивные высокопродуктивные методы ведения сельского хозяйства. Зона включает центральные области Западной и Восточной Европы, юг Дальнего Востока России, районы Китая, Кореи, Японии, центральные и восточные районы США, части Австралии, Новой Зеландии и Южной Америки.

- a) Леса - преобладают естественные экосистемы лиственных лесов умеренных широт, имеются некоторые области высокотравья и хвойных лесов умеренных широт, особенно там, где часты пожары. Земли, покрывавшиеся естественными лугами и лесами, сейчас почти полностью перешли в постоянное сельскохозяйственное использование. При этом значительные площади ранее эксплуатируемых земель выведены из оборота и превращены в леса, особенно в США.
- b) Пастбища /сенокосы - постоянные пастбища, где идет выпас и /или заготовка сена. Могут занимать значительные площади в районах молочного и мясного животноводства, а также там, где затруднено растениеводство, включая сильно пересеченные и плохо дренируемые местности.
- c) Интенсивное производство зерна - преобладает товарное производство, включающее кукурузу, сою, пшеницу, овес, а также картофель и корнеплоды. В целом высокий уровень внесения удобрений и других агрохимикатов, высокий уровень механизации. Для проведения инвентаризации рекомендуется использовать подклассификацию, основанную на внесении органических веществ (практики использования органических остатков) и методах вспашки.
- Совершенно различные системы с высоким уровнем внесения в почву органических остатков могут включать использование одного или нескольких методов: внесение навоза или ила, севооборот с большим периодом многолетних сенокосных трав, два сева и использование зимнего растительного покрова в качестве удобрения. Общепринятые (номинальные) методы подразумевают производство зерна с определенным внесением удобрений и возвратом органических остатков в почву. Методы с низким поддержанием запасов органического углерода предполагают удаление остатков из почвенного покрова.
 - Методы вспашки - отдельные категории представляют собой: обработку земель без вспашки, бережную вспашку и полную (интенсивную вспашку). Бережная вспашка может включать редкое, слабое или поверхностное нарушение почвенного слоя. Полная вспашка подразумевает переворачивание и



- перемешивание почвенного горизонта А (например, отвальным плугом), также как и повторную вспашку.
- d) Выращивание специальных культур - включает системы, где преобладает интенсивное выращивание незерновых растений, таких как табак, хлопок, арахис, овощи, где большая часть биомассы увозится с полей или, где в почву вносится малое количество органических остатков.
 - e) Преобразованные земли - включают бывшие сельскохозяйственные земли, выведенные из эксплуатации и специально засеянные или оставленные для естественного зарастания многолетними травами и лесными культурами. Для уточнения запасов почвенного углерода рекомендуется подразделение по возрастным классам или сукцессионным стадиям.

5. ТРОПИЧЕСКИЕ ШИРОТЫ, СУХОЙ КЛИМАТ

Характеризуется МАТ свыше 20°C, годовым количеством осадков ниже 1000 мм, длинным и четко выраженным сухим сезоном, ограничивающим вегетационный период. Большая изменчивость почв, например, интенсивно эксплуатируемые почвы в Индии (*Vertisols*), Африке (*Lateritic Alfisols*) и вместе с ними сильно кислые почвы в Южной Америке (*Alfisols* и *Oxisols*). Средняя продуктивность большинства общепринятых культур низкая, причем не только из-за недостатка влаги, но также из-за дефицита питательных веществ, что не компенсируется внесением удобрений, поскольку это связано с рискованными инвестициями в зоне, подверженной засухам.

- a) Саванна - естественное климаксное растительное сообщество данной зоны. Покрытие древесной растительностью может быть от нуля до полного, хотя среднее менее 30 процентов. Рост покрытия часто вызывается длительным выпасом и отсутствием пожаров; снижение - результат несбалансированного спроса на дрова. Запасы углерода сильно зависят от количества деревьев, по обеим причинам, из-за роста древесной биомассы и из-за накопления почвенного углерода под деревьями. Главное использование - выпас скота. В регионах, где преобладают травы, ведется экстенсивный неорганизованный выпас крупного рогатого скота (например, в районе Лланос в Венесуэле и Колумбии). Продуктивность низкая (10-20 га на 1 голову), подавленная перевыпасом и истощением растительного покрова. В районах преобладания трав и кустарников идет неорганизованный экстенсивный выпас и миграция животных, часто приводящие к сильному превышению допустимой численности крупного рогатого скота, коз, овец (например, как в зоне Сахеля).
- b) Выращивание засухоустойчивых зерновых, фермерское хозяйство с целью обеспечить себе пропитание - главные продукты - просо и сорго, в более дождливые годы возможно выращивание кукурузы. Включает район Латифундия в Южной Америке, где выжигание земель и земледелие основано на труде издольщиков. Типично смешанное выращивание 5-10 растений. Через 3-8 лет оно прекращается и земли оставляются под зарастание кустарниковой растительностью, где часто экстенсивно выпасается или бродит скот. Обычно для сухой зоны Южной Америки и Южной Африки. Африканский вариант Латифундии, это земли принадлежащие деревне в целом, где право на земледелие поделено между семьями. Такая система показала свою высокую устойчивость (в Западной Африке более 600 лет), но она разрушается под действием роста численности населения. Также имеются небольшие фермы, основанные на семейном труде. Когда урожай низок оборот земель требует больших площадей, чтобы была возможность отдыха их

части (в описанном выше случае под кустарниковой растительностью) или смены земель в подсечном земледелии.

- с) Ирригационное земледелие - там, где имеются речные или подземные воды, выращиваются различные товарные культуры, включая кукурузу, сахарный тростник, цитрусовые, тропические фрукты, овощи, табак и хлопок.

6 и 7. ТРОПИЧЕСКИЕ ШИРОТЫ, ВЛАЖНЫЙ КЛИМАТ С ДЛИННЫМИ ИЛИ КОРОТКИМИ СУХИМИ СЕЗОНАМИ

МАТ свыше 20°C и годовое количество осадков между 1000 и 2000 мм. Эта зона может быть подразделена на регионы с длинным сухим сезоном (> 5 месяцев) и с коротким, < 5 месяцев. Продуктивность изменяется в зависимости от количества осадков и длины сухого сезона с возрастающей ролью интенсивности и механизации земледелия в более влажных и плодородных районах. Производство имеет сезонный характер, в более влажных районах часто можно выращивать два урожая в год. В более сухих районах почвы могут быть более плодородны, с большим значением рН, что обусловлено меньшим выветриванием почв. **Эта зона включает обширные районы Африки, большую часть индийского субконтинента и континентальной Юго-Восточной Азии, небольшие части Южной Америки и Австралии.**

- а) Леса - растительный покров часто описывается как тропический лиственный лес, по мере увеличения длины сухого периода растительность становится чисто лиственной. Пожары обычны в сухих районах и в смешанных лиственно-вечнозеленых лесах, растущих при максимальном для данной зоны количестве осадков.
- б) Неулучшенные пастбища - экстенсивный выпас. Часто в сочетании с растениеводством в подходящих местах, чтобы добыть пропитание, при этом используется навоз.
- с) Улучшенные пастбища - на верхней границе диапазона осадков пастбища могут быть улучшены с помощью выбора трав, борьбы с сорняками и удобрения, их продуктивность может стать высокой.
- д) Подсечное земледелие и оборот земель с их отдыхом - в районах с более длинным сухим сезоном выжигание биомассы происходит более полно и запасы углерода перед посадкой культур меньше. Поэтому там фаза земледелия (2-3 года) может быть больше относительно фазы отдыха (10 лет), чем в более влажных районах, но реаккумуляция углерода там идет медленнее, особенно на малопродуктивных почвах. В Африке многие земли стали использоваться большее время, в то время как большие площади Юго-Восточной Азии и Индии еще классифицируются как занятые подсечным земледелием. В некоторых случаях земли деградируют из-за слишком короткого периода отдыха и возникающая саванна нарушает естественную сукцессию лиственных лесов.
- е) Смешанное непрерывное растениеводство (ручное) - это наиболее распространенный вид земледелия в соответствующей зоне Африки, который заменил подсечное земледелие в течение последних 50 лет. Он охватывает наиболее населенные тропические сельскохозяйственные области и представляет собой выращивание однолетних (кукурузы, бобов) и многолетних (бананов, кофе, сахарного тростника). Растительные остатки рассматриваются как важная часть урожая и используются на корм скоту, однако методы использования навоза и компоста часто весьма прогрессивны. Тем не менее, запасы почвенного углерода на этих землях, расположенных на плоскогорьях, упали до уровня менее 50% от их первоначального уровня.
- ф) Механизированное непрерывное растениеводство (с использованием растительных остатков) - этот вид земледелия стал главным в Азии,



что является результатом зеленой революции. Главные культуры - рис и пшеница, доля органических остатков, возвращаемая на поля, изменяется в широких пределах, от нуля при сжигании и скармливании скоту. При запрете сжигания имеется тенденция к росту этой доли. В некоторых районах Южной Америки земли, занимаемые ранее естественными лиственными лесами, сейчас используются для непрерывного механизированного выращивания сои, риса и кукурузы.

- g) Плантации - в тропиках плантации в основном сосредоточены именно в рассматриваемой зоне и подзоне с коротким сухим периодом, наиболее известны плантации тикового дерева. Другие плантации - кофе, чай и ананасы. Имеется одна тенденция, снижающая запасы углерода на кофейных плантациях, это замена тенелюбивых сортов на солнцелюбивые.
- h) Ирригационное земледелие - может включать как те же культуры, что и в засушливой зоне, так и влаголюбивые сорта риса. В районах с длинным сухим сезоном от влаголюбивых сортов риса возможен сбор только одного урожая в год. Это вероятно преобладающий вид земледелия в Индии и Юго-Восточной Азии, однако он редок для Африки и Южной Америки.

8. ТРОПИЧЕСКИЕ ШИРОТЫ, ДОЖДЕВОЙ КЛИМАТ

Характеризуется МАТ свыше 20°C, годовым количеством осадков > 2000 мм и отсутствием какого-либо значительного сухого сезона. Продуктивность растений в целом ограничивается низким плодородием почв, большой кислотностью быстро выщелачиваемых почв и/или воздействием сорняков (таких как *Imperata*). Исключения составляют плодородные вулканические почвы и рисовые чеки, которые часто получают питательные вещества из осадочных отложений, образующихся в результате эрозии почв на плоскогорьях. Наиболее устойчивым видом земледелия является выращивание многолетних. Зона занимает значительные части Южной Америки (бассейн Амазонки), экваториальной Африки и Юго-Восточной Азии.

- a) Леса - являются естественным климаксным сообществом с наибольшим видовым разнообразием в мире. Деградация лесов и повреждение почв происходит при рубках, особенно на транспортных волоках и дорогах. Неклимаксные естественные сообщества часто образуют мозаику с подсечным земледелием и занимают лесные земли.
- b) Агроресное хозяйство и другие виды смешанных многолетних (многослойных) систем - созданная человеком лесная система со смесью ценных деревьев и элементов естественной растительности. Она может играть значительную экологическую роль, в частности, такую как сохранение почвенного углерода. Близка к естественным вторичным лесам того же возраста. Эта категория землепользования часто пока не отражается в имеющихся статистических данных.
- c) Интенсивное выращивание продовольственных культур с использованием всех растительных остатков (на плоскогорьях) - механизированное или основанное на ручном труде. Такой тип земледелия с внесением в почву значительного количества питательных веществ способен поддерживать запас органических веществ и отвечает требованиям устойчивого ведения хозяйства. Он также включает интенсивное выращивание овощей (достаточно высоко над уровнем моря) пока эрозия почв не становится доминирующей.
- d) Плантации монокультур многолетних растений - насаждения, имеющие специфические цели (например, посадки деревьев ценных для промышленности пород, каучконосов, масличных и кокосовых пальм, сахарного тростника, ананасов). В целом они характери-

зуются средним уровнем органических веществ в почве, зависящим от использования растительных остатков. Существенная особенность имеются на плантациях сахарного тростника, где часть остатков все еще сжигается, а остальная часть вносится в почву.

- e) Подсечное земледелие и оборот земель с паром - очень широкая группа видов землепользования, несколько лет выращивания культур со снижением содержания почвенного углерода и, затем, “восстановительный период” пара: короткий (несколько лет кустарниковой растительности) или длинный (классическое подсечное земледелие, основанное на вторичной сукцессии лесов). Расчеты запасов углерода должны базироваться на средневзвешенных величинах полей, используемых в настоящий момент, и неиспользуемых “отдыхающих” земель. В Юго-Восточной Азии такой тип земледелия может быть ранней стадией развития “агроресного хозяйства”, но может привести и к “деградированным лугам”.
- f) Улучшенные пастбища - искусственно вводимые виды трав, значительная доля бобовых, адекватное поддержание плодородия почв и тщательно регулируемая численность животных. Содержание органического углерода может поддерживаться на уровне близком к тому, что было раньше, когда эти земли были заняты лесами.
- g) Деградированные пастбища и часто горящие луга - низкие значения потока органических веществ в почву, обусловленные сжиганием или физическим повреждением растительности, что приводит к снижению запаса органического углерода в почве.
- h) Заболоченные земли и поля рисовых чеков с различными почвами - различия состоят в числе урожаев риса за год; наличии или отсутствии сухого периода (с или без выращивания пищевых культур в этот период), когда почвенный органический углерод быстро разлагается; сжигании, удалении или внесении растительных остатков на поля, что влияет на уровень содержания органического углерода.



Модуль		ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО				
Подмодуль		ИЗМЕНЕНИЯ В ЛЕСАХ И ДРУГИХ РЕЗЕРВУАРАХ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ				
Рабочий лист		5-1				
Лист		1 из 3				
ШАГ 1						
		А	В	С	Д	Е
		Площадь лесов или иных резервуаров биомассы (тыс. га)	Ежегодная скорость роста (т сух. массы/га)	Ежегодный прирост биомассы (тыс. т сух. массы)	Доля углерода в сухой биомассе	Общее поглощение углерода (тыс. т С)
				$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$
Тропические леса	Плانتации	<i>Acacia spp.</i>				
		<i>Eucalyptus spp.</i>				
		<i>Tectona grandis</i>				
		<i>Pinus spp.</i>				
		<i>Pinus caribaea</i>				
		Смешанные твердолиственные				
	Другие леса	Смешанные быстрорастущие твердолиственные				
		Смешанные мягколиственные				
		Влажные				
		Сезонные				
Другое (укажите что)						
Леса умеренных широт	Плانتации	<i>Douglas fir</i>				
		<i>Loblolly pine</i>				
	Коммерческие	Вечнозеленые				
		Лиственные				
Другое						
Леса boreальных широт						
Деревья вне леса (укажите тип)		А Число деревьев (тыс. шт.)	В Ежегодная скорость роста (тыс. т сух. массы/1000 деревьев)			
Всего						

