

# **Основные положения методики учёта поглощения CO<sub>2</sub> в лесах Российской Федерации**

А.Н.Филипчук, Н.В.Малышева, Б.Н.Моисеев

ФБУ ВНИИЛМ  
afilipchuk @yandex.ru

## **СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

**КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИКИ ФБУ ВНИИЛМ  
ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ ОТ МЕТОДИКИ РОБУЛ**

Расчет прироста углерода

Расчет потерь углерода

**ВЫВОДЫ**

## **АННОТАЦИЯ**

Методика учёта поглощения CO<sub>2</sub> в лесах Российской Федерации подготовлена коллективом сотрудников ФБУ ВНИИЛМ в 2017 году. В основе Методики результаты многолетних исследований ФБУ ВНИИЛМ в области таксации, инвентаризации и лесоустройства, анализа состояния и динамики лесов России, оценки полноты, качества и достоверности данных о лесных ресурсах, и количественной оценки поглощения, эмиссии и баланса углерода лесами.

Методика включает последовательность и способы (алгоритмы) выполнения количественной оценки запасов углерода, поглощения, эмиссии, баланса углерода и их динамики в лесах Российской Федерации, по данным отраслевой статистической отчетности (ГЛР, ОИП).

Методика составлена на основе методологических принципов и рекомендаций руководств МГЭИК (1996, 2000, 2003, 2006), разработана в соответствии с международными правовыми документами и отвечает международной нормативной базе, принятой на добровольной основе. Терминология, используемая в Методике, полностью соответствует терминам и определениям МГЭИК.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Оценка запасов углерода в лесах, поступлений и потерь углерода в лесной экосистеме – сложная задача, решение которой зависит не только от наличия информации о лесах, но и применяемых методологических приемов для ее решения. Общие рекомендации оценки содержатся в Руководящих указаниях МГЭИК, 2003, 2006 [1, 2].

Руководящие указания МГЭИК предлагают 3 методологических уровня ведения кадастра парниковых газов в части оценки объемов и прироста углерода лесами:

1. Использование конверсионных коэффициентов, приведенных в наставлениях МГЭИК по климатическим зонам, по умолчанию.
2. Расчет с использованием национальных конверсионных коэффициентов.
3. Использование современных методов, в том числе математического моделирования, и подробных национальных данных.

В Российской Федерации для составления кадастра парниковых газов используется с 2010 года методика РОБУЛ (региональная оценка бюджета углерода лесами) [<http://www.cepl.rssi.ru/regional.htm>].

В рамках принятого методологического уровня для оценки годового поглощения углерода в пулах фитомассы в

методике РОБУЛ применяется модель расчета, основанная на разнице изменения запасов древесины в последовательных группах возраста древостоев, из базы данных ГЛР. Этот метод расчета приводит к статистически недостоверным результатам, т.к. полученная разница запасов значительно меньше ошибки их измерения.

Предлагаемая к рассмотрению методика ФБУ ВНИИЛМ основана на применении метода расчета по среднегодовому приращению (приросту) запаса углерода. МГЭИК рекомендует применять этот метод, когда изменение запаса фитомассы очень невелико по сравнению с ее общим количеством [2].

В докладе представлена краткая характеристика методики ФБУ ВНИИЛМ и ее принципиальные отличия от методики РОБУЛ.

## **КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИКИ ФБУ ВНИИЛМ**

Объектом расчетов стока/эмиссий CO<sub>2</sub> в Методике являются все лесные земли на территории субъектов Российской Федерации, информация о которых содержится в официальной статистической отчетности (ГУЛФ до 2007 г. и ГЛР после 2007 г., ОИП, отчетность Росстата).

Методика базируется на применении метода расчета «по среднему приросту запаса» – уравнения 3.2.2, 3.2.4 и 3.2.5 [1] и уравнения 2.4, 2.9 и 2.10 [2].

Расчет среднегодового приращения фитомассы (G<sub>TOTAL</sub>) по среднему приросту запаса стволовой древесины осуществляется по уравнению:

$$G_{TOTAL} = \sum I_V \times VCE_{F_2} \times (1 + R)$$

где:

$G_{TOTAL}$  – среднегодовой прирост фитомассы, включая подземную, тонны сухого вещества/га год;

$I_v$  – средний нетто-прирост запаса (MAI) древесины стволов,  $m^3/га$  год;

$WCEF_2$  – конверсионный коэффициент преобразования годового прироста древесины стволов в приращение надземной фитомассы деревьев, включая кору, пни, ветви, вершинки, листья/хвою и проч.,  $t/m^3$ ;

$R$  – соотношение массы корней к надземной фитомассе, безразмерная величина.

В Методике приведены алгоритмы расчетов запаса углерода и его изменений во времени, которые приводят к поглощению или эмиссиям парниковых газов, по основным резервуарам (пулам): надземная фитомасса, подземная фитомасса (корни), мертвая древесина (валежная и сухостойная) и лесная подстилка.

Предложен способ пересчета данных о запасах стволовой древесины в фитомассу по субъектам Российской Федерации и/или лесничествам для зонально-региональных полигонов (страт) современной системы лесорастительного районирования [3]. Выбор параметров для пересчета запаса стволовой древесины в надземную фитомассу осуществляется с помощью конверсионных коэффициентов, дифференцированных по зонально-территориальным полигонам, которые сформированы в соответствии с современным вариантом лесорастительного районирования Российской Федерации.

В Методике приведены алгоритмы для следующих расчетов: запаса углерода в живой фитомассе, мертвой древесине, лесной подстилке и почве; годового изменения запасов углерода (NEP – чистая экосистемная продукция), потерь углерода, региональной оценки баланса углерода (NBP – чистая биомная продукция). Даны рекомендации для оценки эмиссий иных, чем  $CO_2$ , газов или прекурсоров парниковых газов; эмиссий и стоков парниковых газов, происходящих на землях, пере-

устроенных в лесные площади; оценки неопределенности расчетов.

## **ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ ОТ МЕТОДИКИ РОБУЛ**

### ***Оценка поглощения (прироста) углерода***

Метод расчета «по изменению запаса» в методике РОБУЛ реализован с помощью уравнения «сглаженной средней». При этом утверждается, что этот способ позволяет определить текущий прирост углерода, т.е. прирост за учетный год. Следует напомнить, что в понятие «прирост», кроме изменения запаса растущей части насаждения включается естественный отпад и объем древесины, изъятый из насаждения в ходе рубок ухода. Следуя логике предложенного уравнения 7 [<http://www.cepl.rssi.ru/regional.htm>], можно утверждать, что в результате расчетов может быть получено среднее (сглаженное) значение изменения запасов углерода в пуле фитомассы за период времени, используемый в расчетах. Этот временной период составляет для основной группы хвойных пород ЕУЧР с установленным возрастом технической спелости 81 год, для молодняков первого класса – 60 лет, для остальных возрастных групп – 80 лет. В группе возраста перестойные насаждения изменение запаса углерода по предложенному уравнению рассчитать не представляется возможным. Можно предположить, что именно поэтому, разработчики методики РОБУЛ приняли для перестойных древостоев нулевое значение прироста. Результаты научных исследований, опубликованные различными учеными, показывают, что в старовозрастных лесах (терминологический аналог перестойной группы возраста) умеренной и бореальной климатических зон отмечается положительный баланс углерода [4,5]. В работе 5 авторы сообща-

ют: «Наши оценки ЧЭП показывают, что леса возрастом 200 лет и старше ежегодно поглощают в среднем  $2,4 \pm 0,8$  т С/га».

Предложенное в методике РОБУЛ уравнение «сглаженной средней» занижает значение изменения запаса углерода в приспевающих и спелых насаждениях. В вычислении изменения запаса углерода в приспевающих насаждениях участвуют значения среднего запаса углерода на 1 га двух возрастных интервалов: между приспевающими и средневозрастными насаждениями, и спелым и приспевающими. В спелых насаждениях начинается заготовка древесины. В рубку отводят наиболее производительные насаждения I-III классов бонитета. Происходит накопление насаждений IV-V классов бонитета, имеющих значительно меньший средний запас древесины и, соответственно, углерода га 1 га, по сравнению с величинами, которые приводятся в таблицах хода роста (рис. 1).

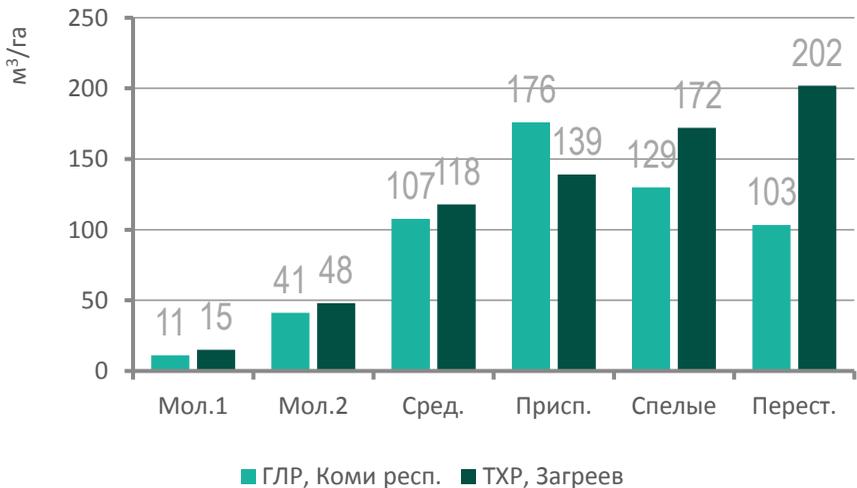


Рис. 1. Сравнение запасов модальных сосняков IV кл. бонитета по ТХР [6] и по данным ГЛР.

Вычисленные значения «текущего прироста» по методике РОБУЛ, особенно в субъектах с интенсивным использованием лесов для заготовки древесины, резко уменьшаются (до отрицательных значений) уже в насаждениях приспевающей группы возраста, и гарантированно приобретают отрицательное значение в спелой возрастной группе (рис. 2, 3).



Рис. 2. Динамика среднего прироста (изменения запаса) по данным ГЛР и «текущего прироста» по модели РОБУЛ (сосна). Использовано распределение запасов древесины в целом по лесному фонду, данные ГЛР на 01.01.2016.

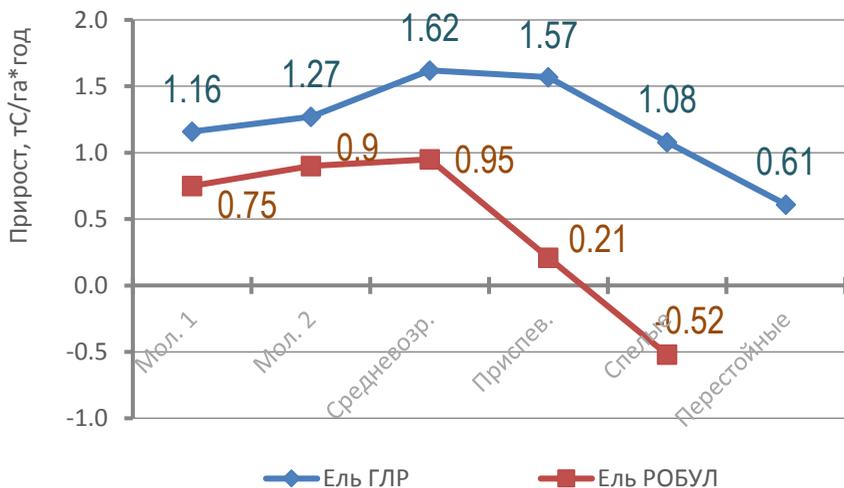


Рис. 3. Динамика среднего прироста (изменения запаса) по данным ГЛР и «текущего прироста» по модели РОБУЛ (ель). Использовано распределение запасов древесины в целом по лесному фонду, данные ГЛР на 01.01.2016.

Необходимо также отметить, что текущий прирост на основе имеющихся данных лесной статистики рассчитать не представляется возможным. В конечном счете, текущий прирост (прирост за конкретный год) определяется погодными условиями конкретного года на конкретной территории. Текущий прирост можно определить при повторных измерениях на постоянных пробных площадях, как средний за период между измерениями. В национальных инвентаризациях лесов (НИЛ) зарубежных стран именно таким образом определяется значение текущего прироста. Если НИЛ проводится каждые 10 лет, то текущий прирост определяется как средний за последние 10 лет. Аналогичным образом можно будет определить текущий прирост по данным повторных измерений на посто-

янных пробных площадей государственной инвентаризации лесов России.

Метод расчета по среднегодовому приращению (приросту) запаса углерода предлагается в методике ФБУ ВНИИЛМ, поскольку текущий прирост определить или рассчитать в настоящее время не представляется возможным. Кроме того метод предлагается в руководящих указаниях МГЭИК [2].

Проведенное нами исследование динамики среднего прироста (изменения запаса) древесины, определенного по данным ГЛР и текущего – по ТХР насаждений сосны для Республики Карелия показало почти полное совпадение значений за весь временной период (рис. 4).

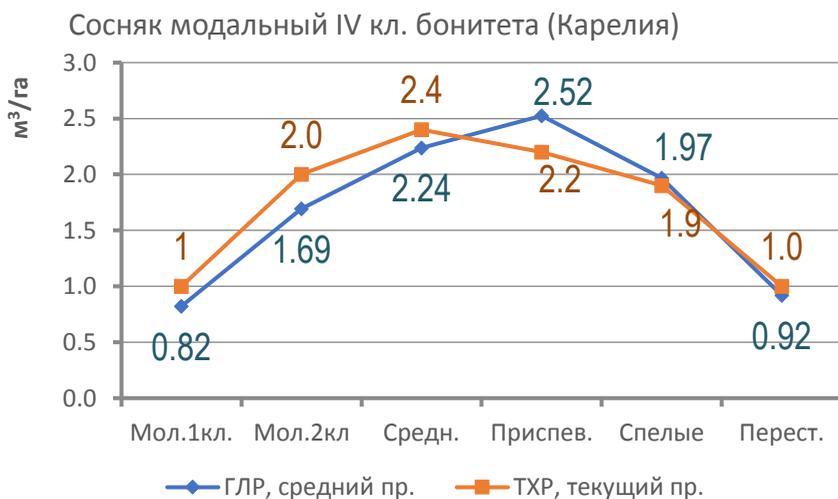


Рис 4. Динамика среднего прироста (изменения запаса) древесины, определенного по данным ГЛР и текущего прироста древесины по ТХР [6]

Вычисление текущего прироста при составлении Кадастра парниковых газов за отчетный год осуществляется на основе данных ГЛР на начало года. Таким образом, в результате получают прогнозную величину «текущего прироста», усредненную за 60-80 лет, которая не учитывает ни погодные условия, ни другие особенности отчетного года. В дальнейшем из этой величины вычитают потери углерода текущего года, которые определяют по фактическим данным заготовки древесины и гибели древесины от пожаров по данным ГЛР на начало следующего, за отчетным года. Таким образом, из прогнозной величины прироста углерода за отчетный год вычитают фактические потери углерода.

### ***Оценка эмиссий углерода***

Методика РОБУЛ предлагает определять эмиссии углерода в заготовленной и погибшей в результате пожаров древесине за отчетный год по данным ГЛР. Полученные значения предлагается вычитать из прогнозного значения прироста за отчетный год.

Методика ВНИИЛМ учитывает, что потери древесины в пуле фитомассы в результате ее заготовки, лесных пожаров и прочих причин были уже учтены в данных ГЛР и вошли в расчет запаса пула фитомассы. Поэтому полученные потери углерода следует прибавлять к данным по запасу, и только после этого рассчитывать годовой прирост углерода по группам возраста.

Оценка углерода в заготовленных лесоматериалах требует дополнительного рассмотрения, так как часть углерода может храниться в изделиях из древесины длительное время.

Дополнительного рассмотрения требуют и вопросы оценки эмиссий углерода в результате лесных пожаров. Древесина стволов деревьев, даже при верховых пожарах не сгорает

полностью, и частично поступает в санитарную рубку и учитывается в ГЛР, частично остается на месте пожара, и пополняет пул мертвого органического вещества, а затем постепенно разлагаясь – пулы подстилки и почвы. При этом запас погибшей в результате пожара древесины вычитается из общего запаса сырастающей древесины в ГЛР за отчетный год.

## ВЫВОДЫ

Методика ВНИИЛМ по оценке поглощения С-СО<sub>2</sub> лесами полностью соответствует Руководящим указаниям МГЭИК [2] и состоит из трех связанных между собой параметров, разработанных в лесной экологии:

а) поступление углерода (или чистая экосистемная продукция – NEP) предполагается равным сумме средних приростов запасов углерода живой и мертвой фитомассы лесных экосистем;

б) потери или происшедшие за учетный год изменения в запасе и приросте углерода можно оценить путем установления площади и объемов ущерба, вызвавшего эти изменения (например, заготовка и вывозка древесины, расчистка и выжигание), а также гибель и потери запаса и прироста от пожаров, ветровалов, вредителей и болезней (экзогенные потери – Loss);

в) чистый сток С-СО<sub>2</sub> из атмосферы (или чистая биомная продукция – NBP) определяется как разность между оценками поступлений углерода и оценками внешних (экзогенных) потерь ( $NBP = NEP - Loss$ ).

Потери (Loss) по массе также являются эмиссией С-СО<sub>2</sub>, которую трудно отделить от гетеротрофного дыхания (Rh), поэтому Loss рассчитывается с достаточно большой погрешностью (до ± 35%).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. – МГЭИК, 2003.
2. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов ЗИЗЛХ. – Т. 2, 4. – МГЭИК, 2006.
3. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации. Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367 с изменениями от 23.12.2015 № 569 и 21.03.2016 № 83.
4. Magnani, F. et al. The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature* 447, 848–850 (2007).
5. Старовозрастные леса как глобальный сток углерода (сокращенный перевод статьи) С. Луиссар, И.Д. Шульц, А. Бернер, А. Кнол, Д. Гессенмюллер, Б. И. Лоу, Ф. Сизэ, Дж. Грейс. *Устойчивое лесопользование*, №4 (56), 2018 с.32-35
6. Всесоюзные стандарты для инвентаризации лесного хозяйства / В. В. Загреев, В. И. Сухих, А. З. Швиденко, Н. Н. Гусев и А. Г. Мошкалев. – М. : Колос, 1993. – 495 с.