

УДК 630\*524.1+630\*182.5(470)

*Д. Г. ЗАМОЛОДЧИКОВ*  
*Центр по проблемам экологии и*  
*продуктивности лесов РАН, Москва*  
*А. И. УТКИН*  
*Институт лесоведения РАН,*  
*Успенское Московской обл.;*  
*Центр по проблемам экологии и*  
*продуктивности лесов РАН, Москва*  
*О. В. ЧЕСТНЫХ*  
*Центр по проблемам экологии и*  
*продуктивности лесов РАН, Москва*

## КОЭФФИЦИЕНТЫ КОНВЕРСИИ ЗАПАСОВ НАСАЖДЕНИЙ В ФИТОМАССУ ДЛЯ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД РОССИИ

### Введение

В России инвентаризация углерода на землях лесного фонда не проводилась и не проводится. Между тем вопросы углеродного цикла лесов из категории академических разработок переходят на уровень хозяйственной потребности и становятся все более актуальными в связи с предстоящим подписанием Киотского протокола. В лесостатистических сводках мира при характеристике лесных ресурсов отдельных государств уже содержатся оценки запасов и объемов лесопользования в единицах биомассы и его углеродного эквивалента [21]. Такие данные приводятся здесь и для Российской Федерации. Они получены исполнителями проекта на основе очень простой модели: биомасса всех древесных частей насаждений, включая кустарники, ликвидный сухостой и валеж, считается равной половине запаса, а запас углерода – половине биомассы.

Независимо от того, присоединится или нет Российская Федерация к Киотскому протоколу, необходимы как оценки пулов углерода фитомассы и почв в лесном фонде страны, так

и определения на их основе секвестра лесами  $C-CO_2$  атмосферы [14], в том числе и посредством моделирования для разных сценариев потепления климата. Учитывая злободневность проблемы, приоритетным следует считать федеральный уровень изучения углеродного цикла лесов. Его целесообразно сочетать с региональным уровнем и для субъектов федерации.

Углеродный цикл лесов, несомненно, потребует пересмотра многих казавшихся неизменными положений лесного хозяйства концептуального, организационного и лесоводческо-технологического характера; например, деление лесов по их функциональным критериям, возраста рубок главного пользования, способы рубок и т. д. С большой долей уверенности можно предположить, что уже в ближайшей перспективе органический углерод лесного фонда, представленный как в возобновимой (фитомасса, гумус), так и в ископаемой (торф, захороненная древесина) формах, может быть отнесен к особым видам биологических ресурсов с соответствующими количественными и стоимостными оценками...

При определении пулов углерода лесного фонда России следует использовать методы, отвечающие некоторым принципиальным условиям. Они должны быть: а) максимально прозрачными и легко воспроизводимыми; б) не сложны в использовании, т.е. представлены простыми моделями предикторов (уравнений для расчетов или отношений); в) легко стыкующимися с информацией структурных элементов лесного фонда как симметричного объекта. оценки углеродной емкости; г) запасы углерода должны определяться по возможности для всего разнообразия экосистем всех трех категорий земель: покрытых лесной растительностью, не покрытых лесом и нелесных. В масштабе страны базовое информационное обеспечение для широкого пользования представлено материалами государственных учетов лесного фонда (ГУЛФ), повторяющиеся по субъектам федерации через каждые пять лет; последнее из опубликованных – по учету на 1 января 1998 г. [6]. Получение аналогичных сведений для всех (около 1830 единиц) лесохозяйственных предприятий при существующих тарифах оплаты информационных услуг является для научных учреждений практически невозможным.

Цель настоящей статьи – обсудить применяемую нами в последние 10 лет методику определений углерода фитомассы ( $C_{phytomass}$ ) с учетом ее фракционной структуры, обнародовать соответствующие нормативы.

### Методика

В основу методики положены публикуемые материалы ГУЛФ [5, 6] и база данных «Биологическая продуктивность лесных экосистем» [15]. Базовыми для расчета пула  $C_{phytomass}$  на уровне субъектов федерации характеристики ГУЛФ являются: площади земель разных категорий в лесном фонде; запасы древесины на землях, покрытых лесной растительностью; распределение площадей и запасов насаждений по лесообразующим породам; аналогичное распределение для пород-лесообразователей по возрастным группам насаждений. Информация ГУЛФ для отдельных лесхозов, хранящаяся в компьютерной форме в Федеральной службе лесного хозяйства МПР РФ и на местах, кроме запасов по группам возраста включает классы бонитета и полноты. Распределение насаждений по классам возраста в пределах возрастных групп сопряжено с определенными техническими трудностями.

По материалам ГУЛФ-1988 границы лесхозов были совмещены с границами экорегионов, образованным по зональным критериям (северная, средняя и южная ландшафтные

полосы). По ГУЛФ 1993 и 1998 гг. были внесены некоторые исправления из-за получения автономными подразделениями краев статуса самостоятельных субъектов федерации. В азиатской части России учетными единицами служили 62 экорегиона, в европейской части – 58 субъектов федерации. Вся территория лесного фонда РФ была разделена на 4 лесорастительные провинции: Европейско-Уральскую, Западно-Сибирскую, Восточно-Сибирскую и Дальневосточную. Их леса охарактеризованы автономно в материалах ГУЛФ при сохранении достаточной самостоятельности в природном, палеогеографическом и экономическом отношениях.

База данных [15] создана на основе информации литературных источников, полученной преимущественно в период Международной биологической программы (МБП – 1964–1974 гг.), частично предшествующих ей и последующих лет. Она содержит сведения около 2000 пробных площадей; заложенных в лесах быв. СССР и прилегающих стран и включает несколько блоков: географическое положение; климат, почва; таксационные характеристики древостоев; фитомассу всех ярусов растительности; дестрит (валеж., лесная подстилка); годичную продукцию; опад и опад; методику. Разумеется, лишь для небольшой части пробных площадей имеет место полное заполнение, но наличие информации о фитомассе соблюдалось обязательно. Помимо блоков фитомассы и продукции сейчас используется и другая информация; например, при создании баз данных по запасам лесных подстилок, сухостоя, годичного опада и др.

Заметим, что информация базы данных [15] разнокачественная по ряду признаков: а) она не репрезентативна для совокупностей насаждений: по географическому размещению пробных площадей, по составу, возрасту и полноте древостоев; б) для части пробных площадей отсутствуют качественные таксационные характеристики древостоев; в) большая доля результатов получена по наименее точной из используемых методик – «среднего модельного дерева». Отличает базу данных [15] одно обстоятельство: она включает только те пробные площади, на которых определялись, хотя и для решения разных задач, фитомасса и другие элементы биопродуктивности. Никакой расчетной информации типа выровненных показателей в возрастных рядах таблиц биопродуктивности, данных таксационных пробных площадей после конверсии запасов в фитомассу и др. в базу нами не включались.

Главное предназначение базы данных [15] – расчет предикторов (коэффициентов

уравнений, отношений) для конверсии таксационных запасов в фитомассу. Так как в материалах ГУЛФ к базовым для углеродного цикла относятся только три последовательных показателя: лесообразующая порода – группа возраста – средний запас насаждений возрастной группы (последний рассчитывается по отношению общих запасов насаждений группы возраста к их площади), то синхронным к базовым показателям приняли отношение:  $k = Ph/M$ , где  $Ph$  – фитомасса, т·га<sup>-1</sup>;  $M$  – запас, м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. Поскольку  $Ph = \rho_{баз}G(HF)$ , а  $M = G(HF)$ , где  $G$  – сумма площадей сечений, м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup> ( $G = D \cdot N$ , здесь  $D$  – средний диаметр древостоя, см;  $N$  – число стволов, экз. га<sup>-1</sup>);  $HF$  – зависимость от возраста «видовая высота» (или произведение средней высоты  $H$ , м на  $F$  – видовое число);  $\rho$  – базовая плотность фракций фитомассы, кг м<sup>3</sup> или т м<sup>3</sup>. Поскольку для России имеются значения  $\rho_{баз}$  только древесины и коры основных лесообразующих пород [7, 8], то в отношении  $k = Ph/M$  значения  $k \approx \rho_{баз} \approx \rho_{умс}$ , или показателю базовой плотности, интегрированному для всех фракций фитомассы, причем не только преобладающей, но и прилегающих к ней древесных пород. При расчетах коэффициента  $k$  в состав  $Ph$  включается и фитомасса нижних ярусов фитоценозов. Она предварительно определяется по возрастным группам насаждений, поскольку больше зависит от сомкнутости полога и типов леса, чем от запасов. При определении пулов углерода мы ориентировались на значения  $k = Ph/M$ , первоначально как на общие для всех фракций отдельных древесных пород [22], затем дифференцировали их по зональному критерию [16], в настоящей работе и по фракциям фитомассы.

Величины конверсионных коэффициентов могут рассчитываться и с использованием других таксационных признаков, а не только запасов отдельных возрастных групп конкретных лесообразующих пород. Так, сотрудники Международного института прикладного системного анализа [18] пользуются аналогичными для фракций фитомассы коэффициентами ( $R_f$ ), определяя их по нелинейным регрессионным уравнениям:  $R_f = Ph/M = f(A, SI, RS)$ , где  $A$  – возраст, лет;  $SI$  – класс бонитета;  $RS$  – полнота древостоя. Они считают, что определяемые лесоустройством запасы систематически ниже (–5 ... –15 %) по сравнению с пробными площадями МБП. Поэтому показатель  $M$  ими не включается в качестве аргумента моделей для расчета фитомассы. Здесь много неясного: 1) неизвестно, откуда появилась систематическая ошибка в определении запасов при лесоустройстве; 2) почему запас определяется яко-

бы через класс возраста, класс бонитета и среднюю полноту; 3) действительно ли возраст, класс бонитета и полнота в материалах ГУЛФ определяются с большей точностью, чем запас. Ниже будет показано, что при оценках фитомассы на федеральном уровне разные модели дают если не одинаковые, то очень близкие результаты. Поскольку полнота и класс бонитета входят в аргумент регрессии с малым весом, то значения  $R_f$  будут в значительной мере определяться возрастом насаждений. Особенно это касается лесов Севера.

Сходный прием использует в своих работах В. А. Усольцев [10–12], который рассчитывает логарифмы отдельных фракций фитомассы древостоев по многофакторным регрессионным уравнениям, привлекая рекурсивную «цепочку» расчета:

$$\ln Ph = f(x_0, \dots, x_{25}, \ln A, \ln H, \ln D, \ln N, \ln M),$$

где  $A, H, D, N, M$  – средние значения возраста, высоты, диаметра, числа стволов (густоты), запаса.

Приводимые в работах [18] и [10; 11] модели имеют, несомненно, перспективную сферу своего применения, прежде всего для характеристики продуктивности эталонных экосистем в разных районах [12, 13], при оценке  $C_{phytomass}$  по материалам поведельной таксации лесоустройства, но вряд ли с использованием данных ГУЛФ. При трех входах в доступных материалах ГУЛФ: *лесообразующая порода – группа возраста – запас* более приемлемыми для федерального уровня следует считать либо модель  $k = Ph/M$ , опираясь на распределение площадей и запасов по возрастным группам, либо используя регрессии  $k = Ph/M$  от возраста и запаса насаждений [3]. Отсутствие содержательных аналитических работ, касающихся изменчивости значений  $\rho_{баз}$  и  $HF$  отдельных пород в масштабе страны или ее крупных регионов, может подрывать доверие и к  $k = Ph/M$  и другим видам конверсий таксационных показателей в фитомассу.

### Результаты и обсуждение

В таблице приводятся используемые нами  $k = Ph/M$  для большинства основных лесообразующих пород по группам возраста и ландшафтными полосам. Судя по стандартным ошибкам, эти материалы можно использовать как нормативные для оценки запасов фитомассы фракций, а также опала хвои вечнозеленых пород, отпада ветвей сухостойных деревьев и т. д.

Отношение конверсионных коэффициентов к общему  $k = Ph/M$  дает представительство отдельных фракций в общей фитомассе. Процентное соотношение фракций фитомассы

(стволов: ветвей: корней: листьев, хвои) насаждений основных лесобразующих пород на примере средней широтной полосы было следующим (после округления): сосна средневозрастных древостоев 70: 10: 16: 4; приспевающих 66: 8: 22: 4; ель тех же возрастных групп 58: 18: 19: 10 и 68: 8: 18: 6; лиственница 79: 6: 13: 2 и 75: 7: 15: 3; березы 61: 12: 20: 7 и 70: 7: 20: 3. Приоритетная роль фракции стволов в структуре фитомассы обязывает включать запас в перечень таксационных признаков для определения фитомассы.

Расчеты  $Ph/M$  крайне желательны и для древесных пород, слабо представленных [5, 6]. Особенно это касается лиственных пород и кустарников, в том числе и твердолиственных, в первую очередь березы каменной, для которой совершенно отсутствует сведения по биопродуктивности.

По конверсионным коэффициентам можно получить некоторые представления о характере возрастного изменения морфоструктур фитомассы насаждений. Прежде всего это касается фракций фитомассы крон (листвы и ветвей), поскольку фитомасса стволов связана с запасами по определению, а для фитомассы корней пока что отсутствуют более или менее точные методы. Но из-за разнообъемности выборок для расчета  $k = Ph/M$  отдельных лесобразующих пород в возрастных группах данными таблицы при сравнительных анализах для лесоустроителей следует пользоваться очень осторожно.

Использование одной и той же исходной информации (данные МБП, иногда с дополнением расчетных выборок [18]) при определении связи фитомассы фракций насаждений с таксационными показателями древостоев, очевидно, нивелирует конечные оценки, полученные на основе разных моделей конверсии запасов в фитомассу, особенно в тех случаях, когда конечные расчеты осуществляются по запасам насаждений из материалов ГУЛФ.

Так, А. З. Швиденко и др. [19] оценивают  $C_{phytomass}$  лесных земель России на площади  $1151 \cdot 10^6$  га в  $37288 \cdot 10^6$  тС. Наши оценки [16] для площади  $1179 \cdot 10^6$  га несколько меньше  $35652 \cdot 10^6$  тС, как и средние запасы (30.2 против 32.4 тС га<sup>-1</sup> или на 7%). В расчетах А. З. Швиденко и др. [19] были использованы коэффициенты  $R_f = Ph/M = f(A, SI, RS)$ , причем таксационные показатели обобщались по экорегионам на основе материалов ГУЛФ для почти 1900 лесхозов. Для сомкнутых лесов России ( $763.5 \cdot 10^6$  га) А. З. Швиденко и др. [19] определяют  $C_{phytomass}$  в  $32862 \cdot 10^6$  тС, мы же для площади  $707.0 \cdot 10^6$  га – в  $30913 \cdot 10^6$  тС, хотя по средним запасам (плотности) обе оценки следует считать одинаковыми

(43.0 и  $43.7$  тС·га<sup>-1</sup>). Грешилова Н. В. [1], используя сложные модели для расчетов коэффициентов конверсии запаса в фитомассу, определила для лиственных лесов Красноярского края, Таймырского АО и Эвенкийского АО общую фитомассу в  $3696 \cdot 10^6$  т. По нашим расчетам (неопубликованные данные) на основе материалов ГУЛФ 1993 и 1998 гг. для лиственничников тех субъектов федерации фитомасса составляет  $3817.58 \cdot 10^6$  т и  $4025.72 \cdot 10^6$  т абсолютно сухого вещества, т. е. на 4.3% и 8.9% больше, чем в работе [1].

Полагаем, что материалы ГУЛФ и отношения  $k = Ph/M$  по простоте расчетов и уровню точности получаемых оценок фитомассы и  $C_{phytomass}$  пригодны для определения пулов углерода отдельных субъектов РФ. Эти оценки могут стать базовыми для расчетов потоков углерода, включая первичную биологическую продукцию [14, 20].

### Заключение

Наличие коэффициентов или уравнений для конверсии запаса древесины в фитомассу и далее в углерод позволяют рассчитывать на основе материалов ГУЛФ пулы  $C_{phytomass}$  как для подразделений лесного хозяйства (лесхозы, управления и др.), территориальных объединений (субъекты федерации, экономические районы, округа), так и единиц природной дифференциации (подзоны, провинции, биомы, лесные формации и др.). Определение запасов фитомассы и пулов  $C_{phytomass}$  в лесном фонде России сейчас не представляют больших трудностей. При дополнении лесоустроительной инструкции и обеспечении соответствующими нормативами учет углерода фитомассы можно было бы проводить в ходе камеральной обработки материалов лесинвентаризаций. Сложнее, но возможен при наличии соответствующих баз данных, учет мертвых растительных остатков (валежа, сухостоя и др.). Более сложной представляется оценка эмиссионных потоков углерода от разложения мертвой древесины.

*Исследование выполнялось при поддержке международного проекта «Развитие международного сотрудничества по оценке углеродного цикла» (Институт мировых ресурсов, Вашингтон, США), частично проектом МЯ-47 (МПП РФ) и грантов РФФИ (00-04-48036, 03-04-48097).*

Таблица. Конверсионные коэффициенты  $R_{i/M}$  для основных лесобразующих пород ( $t \cdot m^{-3} \pm$  стандартная оценка)

Порода	Широтная полоса	Группа возраста	Общий	Фракция			
				стволы	ветви	корни	листья, хвоя
Сосна	2	3	4	5	6	7	8
		Молодняки	0.937±0.118	0.469±0.021	0.128±0.022	0.174±0.031	0.167±0.044
		Средневозрастные	0.693±0.023	0.468±0.010	0.052±0.002	0.143±0.009	0.030±0.002
	1	Приспевающие	0.737±0.047	0.482±0.016	0.067±0.010	0.155±0.016	0.033±0.005
		Спелые и перестойные	0.661±0.024	0.462±0.008	0.057±0.006	0.121±0.008	0.021±0.002
		Молодняки	0.793±0.078	0.470±0.027	0.131±0.026	0.108±0.013	0.084±0.014
	2	Средневозрастные	0.646±0.018	0.455±0.006	0.062±0.006	0.101±0.004	0.028±0.002
		Приспевающие	0.715±0.052	0.475±0.010	0.054±0.006	0.162±0.033	0.024±0.004
		Спелые и перестойные	0.646±0.028	0.478±0.014	0.054±0.005	0.088±0.004	0.027±0.004
	3	Молодняки	0.869±0.046	0.444±0.008	0.112±0.007	0.190±0.019	0.123±0.012
		Средневозрастные	0.703±0.027	0.447±0.008	0.066±0.003	0.159±0.014	0.032±0.002
		Приспевающие	0.658±0.021	0.453±0.010	0.052±0.002	0.128±0.007	0.026±0.002
Ель	1	Спелые и перестойные	0.712±0.023	0.491±0.011	0.059±0.004	0.137±0.007	0.025±0.002
		Молодняки	0.937±0.068	0.413±0.006	0.176±0.020	0.159±0.015	0.190±0.027
		Средневозрастные	0.773±0.039	0.457±0.007	0.086±0.010	0.138±0.009	0.092±0.013
	2	Приспевающие	0.762±0.039	0.457±0.010	0.086±0.009	0.150±0.012	0.069±0.008
		Спелые и перестойные	0.750±0.039	0.457±0.013	0.085±0.008	0.163±0.015	0.045±0.003
		Молодняки	0.937±0.068	0.413±0.006	0.176±0.020	0.159±0.015	0.190±0.027
2	Средневозрастные	0.739±0.038	0.430±0.009	0.099±0.009	0.138±0.009	0.072±0.012	
	Приспевающие	0.686±0.026	0.465±0.010	0.057±0.004	0.122±0.006	0.041±0.006	
	Спелые и перестойные	0.681±0.030	0.444±0.010	0.060±0.003	0.139±0.013	0.038±0.004	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Ель	3	Молодняки	1.227±0.236	0.453±0.032	0.182±0.040	0.334±0.087	0.258±0.077
		Средневозрастные	0.737±0.075	0.469±0.039	0.071±0.009	0.140±0.019	0.056±0.008
		Приспевающие	0.702±0.038	0.437±0.012	0.080±0.007	0.142±0.013	0.043±0.006
Пихта	1-3	Спелые и перестойные	0.728±0.027	0.452±0.011	0.071±0.002	0.162±0.011	0.042±0.003
		Молодняки	0.840±0.113	0.386±0.033	0.123±0.018	0.193±0.033	0.138±0.028
		Средневозрастные	0.615±0.040	0.392±0.016	0.067±0.010	0.109±0.009	0.047±0.005
	1	Приспевающие	0.565±0.034	0.348±0.017	0.048±0.003	0.131±0.011	0.037±0.003
		Спелые и перестойные	0.539±0.037	0.346±0.010	0.055±0.002	0.103±0.024	0.035±0.001
		Молодняки	1.046±0.063	0.481±0.016	0.068±0.013	0.456±0.025	0.042±0.009
Лиственница	2	Средневозрастные	0.845±0.047	0.501±0.017	0.057±0.011	0.265±0.015	0.023±0.005
		Приспевающие	0.900±0.045	0.516±0.013	0.054±0.008	0.312±0.021	0.019±0.003
		Спелые и перестойные	0.956±0.044	0.531±0.009	0.051±0.006	0.359±0.027	0.015±0.002
	3	Молодняки	0.811±0.166	0.621±0.119	0.050±0.010	0.111±0.025	0.028±0.012
		Средневозрастные	0.836±0.125	0.661±0.055	0.049±0.007	0.109±0.061	0.017±0.001
		Приспевающие	0.867±0.162	0.648±0.085	0.061±0.007	0.131±0.061	0.027±0.008
Кедр	1-3	Спелые и перестойные	0.807±0.095	0.632±0.029	0.055±0.003	0.103±0.061	0.017±0.002
		Молодняки	0.784±0.087	0.494±0.034	0.115±0.019	0.136±0.025	0.040±0.008
		Средневозрастные	0.742±0.112	0.524±0.047	0.055±0.003	0.150±0.061	0.013±0.001
	3	Приспевающие	0.795±0.112	0.575±0.047	0.051±0.003	0.156±0.061	0.013±0.001
		Спелые и перестойные	0.795±0.099	0.575±0.030	0.051±0.006	0.156±0.061	0.013±0.003
		Молодняки	0.783±0.075	0.428±0.028	0.101±0.008	0.186±0.028	0.068±0.011
	1-3	Средневозрастные	0.682±0.057	0.413±0.022	0.056±0.005	0.186±0.028	0.027±0.003
		Приспевающие	0.637±0.054	0.393±0.027	0.061±0.007	0.156±0.016	0.027±0.003
		Спелые и перестойные	0.899±0.080	0.449±0.031	0.106±0.013	0.299±0.031	0.045±0.005

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Дуб высокоствольный	1-3	Молодняки	1.232±0.137	0.569±0.016	0.116±0.009	0.485±0.104	0.062±0.008
		Средневозрастные	0.981±0.060	0.594±0.026	0.139±0.016	0.230±0.017	0.018±0.002
		Приспевающие	0.836±0.081	0.585±0.030	0.095±0.033	0.147±0.016	0.010±0.002
Дуб низкоствольный	1-3	Спелые и перестойные	0.956±0.120	0.580±0.043	0.192±0.047	0.171±0.027	0.013±0.003
		Молодняки	1.591±0.104	0.671±0.023	0.315±0.024	0.403±0.040	0.201±0.017
		Средневозрастные	1.082±0.133	0.604±0.031	0.126±0.016	0.325±0.083	0.026±0.002
Прочие твердолиственные	1-3	Приспевающие	1.125±0.179	0.615±0.032	0.176±0.064	0.319±0.081	0.015±0.001
		Спелые и перестойные	1.273±0.353	0.718±0.155	0.225±0.112	0.313±0.080	0.018±0.005
		Молодняки	1.248±0.200	0.615±0.066	0.186±0.038	0.392±0.079	0.026±0.016
	1-3	Средневозрастные	0.953±0.058	0.610±0.026	0.143±0.018	0.185±0.012	0.015±0.001
		Приспевающие	0.776±0.079	0.527±0.033	0.107±0.018	0.129±0.026	0.013±0.003
		Спелые и перестойные	0.872±0.060	0.545±0.022	0.153±0.018	0.165±0.019	0.009±0.001
	1	Молодняки	0.922±0.159	0.465±0.030	0.121±0.024	0.238±0.088	0.059±0.017
		Средневозрастные	0.817±0.119	0.561±0.069	0.053±0.021	0.180±0.019	0.024±0.011
		Приспевающие	0.817±0.105	0.542±0.046	0.084±0.025	0.152±0.021	0.029±0.013
Береза	2	Спелые и перестойные	0.845±0.089	0.523±0.024	0.115±0.029	0.152±0.021	0.025±0.015
		Молодняки	0.922±0.159	0.465±0.030	0.121±0.024	0.238±0.088	0.059±0.017
		Средневозрастные	0.875±0.075	0.531±0.013	0.103±0.025	0.180±0.019	0.020±0.018
	3	Приспевающие	0.765±0.053	0.532±0.026	0.057±0.003	0.152±0.021	0.024±0.003
		Спелые и перестойные	0.738±0.044	0.505±0.015	0.057±0.006	0.152±0.021	0.024±0.002
		Молодняки	0.873±0.047	0.496±0.011	0.121±0.011	0.184±0.015	0.022±0.009
		Средневозрастные	0.792±0.024	0.539±0.009	0.063±0.003	0.169±0.011	0.020±0.001
		Приспевающие	0.734±0.033	0.536±0.014	0.061±0.004	0.123±0.015	0.014±0.001
		Спелые и перестойные	0.734±0.045	0.531±0.019	0.071±0.014	0.115±0.010	0.017±0.002

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Осина	1-3	Молодняки	0.712±0.110	0.388±0.013	0.085±0.016	0.179±0.062	0.059±0.020
		Средневозрастные	0.726±0.089	0.463±0.019	0.063±0.005	0.179±0.062	0.020±0.002
		Приспевающие	0.669±0.114	0.432±0.049	0.057±0.006	0.168±0.058	0.012±0.002
		Спелые и перестойные	0.730±0.113	0.511±0.052	0.052±0.005	0.157±0.054	0.010±0.001
		Молодняки	0.762±0.077	0.552±0.060	0.063±0.006	0.127±0.008	0.020±0.003
Прочие мягколиственные	1-3	Средневозрастные	0.672±0.046	0.486±0.030	0.047±0.006	0.129±0.008	0.011±0.002
		Приспевающие	0.667±0.053	0.482±0.036	0.049±0.003	0.121±0.010	0.016±0.003
		Спелые и перестойные	0.674±0.032	0.482±0.016	0.049±0.004	0.133±0.009	0.010±0.003
		Молодняки	1.199±0.263	0	0.360±0.092	0.669±0.120	0.170±0.051
Кедровый стланик	1-3	Средневозрастные	1.399±0.299	0	0.360±0.092	0.869±0.155	0.170±0.051
		Приспевающие	1.532±0.323	0	0.360±0.092	1.002±0.179	0.170±0.051
		Спелые	1.998±0.406	0	0.360±0.092	1.468±0.262	0.170±0.051
		Перестойные	2.331±0.465	0	0.360±0.092	1.801±0.322	0.170±0.051

Примечание. Широкие полосы: 1 - северная тайга и лесотундра, 2 - средняя тайга, широколиственные леса, лесостепь и другие зоны.



Библиографический список

1. **Грешилова Н. В.** Моделирование географической изменчивости фитомассы и годичной продукции лесов Енисейского меридиана (на примере светлохвойных пород): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук (03.00.28). – Красноярск, 2003. – 17 с.
2. **Замолодчиков Д. Г., Уткин А. И.** Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений // Лесоведение. – 2000. – № 6. – С. 54–63.
3. **Замолодчиков Д. Г., Уткин А. И., Коровин Г. Н.** Определение запасов углерода по зависимым от возраста насаждений конверсионно-объемным коэффициентам // Лесоведение. – 1998. – № 3. – С. 84–93.
4. **Исаев А. С., Коровин Г. Н., Сухих В. И. и др.** Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. (Аналитический обзор). – М.: Центр экологической политики России, 1995. – 156 с.
5. **Лесной фонд России (по учету на 1 января 1993 года).** Справочник. – М.: ВНИИЦ лесресурс, 1995. – 281 с.
6. **Лесной фонд России (по учету на 1 января 1998 года).** Справочник. – М.: ВНИИЦ лесресурс, 1999. – 649 с.
7. **Полубояринов О. И.** Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 159 с.
8. **Полубояринов О. И., Сорокин А. М.** Базисная плотность древесины и коры лесообразующих пород европейской части России // Лесн. хоз-во. – 2000. – № 5. – С. 35–36.
9. **Углерод в экосистемах лесов и болот России.** Под ред. Алексева В. А., Бердси Р. А. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1994. – 232 с.
10. **Усольцев В. А.** Формирование банков данных о фитомассе лесов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 541 с.
11. **Усольцев В. А.** Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – 707 с.
12. **Усольцев В. А.** Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 763 с.
13. **Усольцев В. А., Колтунова А. И.** Оценка запасов углерода в фитомассе лиственных экосистем Северной Евразии // Экология. – 2001. – № 4. – С. 258–265.
14. **Уткин А. И.** Углеродный цикл и лесоводство // Лесоведение. – 1995. – № 5. – С. 3–20.
15. **Уткин А. И., Гульбе Я. И., Гульбе Т. А., Ермолова Л. С.** Биологическая продуктивность лесных экосистем. Компьютерная база данных. – М.: ИЛ РАН, ЦЭПЛ РАН, 1994.
16. **Уткин А. И., Замолодчиков Д. Г., Честных О. В. и др.** Леса России как резервуар органического углерода биосферы // Лесоведение. – 2001. – № 5. – С. 8–23.
17. **Уткин А. И., Замолодчиков Д. Г., Пряжников А. А.** Методы определения депонирования углерода фитомассы и неттопродуктивности лесов (на примере Республики Беларусь) // Лесоведение. – 2003. – № 1. – С. 48–57.
18. **Швиденко А. З., Нильссон С., Щепашенко Д. Г.** Агрегированные модели фитомассы насаждений основных лесообразующих пород России // Лесная таксация и лесоустройство. – 2001. – № 1(30). – С. 50–57.
19. **Швиденко А. З., Нильссон С., Столбовой В. С. и др.** Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 1. Запасы растительной органической массы // Экология. – 2000. – № 6. – С. 403–410.
20. **Швиденко А. З., Нильссон С., Столбовой В. С. и др.** Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. Нетто-первичная продукция экосистем // Экология. – 2001. – № 2. – С. 83–90.
21. **Forest resources assessment 2000.** New York, Geneva: United Nations, 2000. 445 p.
22. **Isaev A., Korovin G., Zamolodchikov D. et al.** Carbon stock and deposition in phytomass of the Russian forests // Water, Air and Soil Pollution. 1995. V. 82. P. 247–256.