

**Министерство образования и науки РФ  
Федеральное агентство по образованию  
Ингушский Государственный Университет**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
ИНГУШСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**ВЫПУСК № 5**

**МАГАС  
2007**

## **БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА ПО ПУЛУ ФИТОМАССЫ ЛЕСОВ ИНГУШЕТИИ**

*З.М. Бакаева,  
ассистент кафедры биологии ИнгГУ,  
Ингушский государственный университет, г. Магас  
Д.Г. Замолодчиков,  
Центр по проблемам экологии  
и продуктивности лесов РАН, г. Москва*

В 2008 г. начинается первый период действия Киотского протокола [5], который является международным соглашением, контролирующим антропогенные эмиссии и стоки парниковых газов. Согласно протоколу, развитые страны, в том числе и Российская Федерация, имеют количественные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу. Хотя основное внимание уделяется регулированию выбросов в энергетике, промышленности, транспорте и сельском хозяйстве, статьей 3.4 протокола допускается учет стоков парниковых газов в лесном хозяйстве. При этом стороны протокола могут сами выбирать, учитывать или нет лесные стоки в национальном бюджете парниковых газов. Решение об учете стоков в лесном хозяйстве должно было быть принято странами к концу 2006 г. Многие развитые страны, обладающие значительными лесными площадями, отказались от учета лесоуправления в рамках Киотского протокола, в частности, Канада и Финляндия.

Российская Федерация стала одной из немногих развитых стран, выбравших учет лесоуправления в рамках Киотского протокола [9]. Это

решение было принято на основе анализа существующих тенденций в лесном хозяйстве страны, ключевой из которых является снижение уровня лесопользования. В 1990 г. объем лесозаготовок в Российской Федерации составлял 330 млн. куб. м, что приводило к потере пулом фитомассы около 120 млн. т С [1]. В 1998 г. лесозаготовки снизились до 130 млн. куб. м, то есть годовые потери углерода пулом фитомассы равнялись лишь 47 млн. т С. В настоящее время объем лесозаготовок составляет около 170 млн. куб. м в год, что в два раза меньше среднего уровня 1980-х годов. Поскольку из лесов стали изымать меньшее количество углерода, его пул стал возрастать за счет прироста фитомассы в растущих лесных насаждениях, сформировавшихся на месте масштабных вырубок 1960-1980-х годов. В среднем за 1990-2005 гг. сток атмосферного углерода в фитомассу управляемых лесов Российской Федерации составлял  $76 \times 10^6$  т С год [1].

Вступление в действие Киотского протокола происходит в год, следующий за таким значимым для лесного хозяйства России событием, как принятие нового Лесного кодекса [6]. С 1 января 2007 г. полномочия по управлению лесами были переданы субъектам РФ, следовательно, задача сохранения стока углерода в леса должна приниматься во внимание при осуществлении региональной лесной политики. Потому оценка региональных бюджетов углерода лесов и возможных тенденций их изменения приобретает особую актуальность.

Для оценки углеродного бюджета лесов применяется два основных метода [10]: 1) «изменения запасов»; 2) «баланса потоков». Первый метод используют при наличии последовательных серий данных инвентаризации лесов. В этом случае можно рассчитать запасы углерода в фитомассе для различных периодов времени и по разности запасов определить бюджет углерода. Именно такой метод в настоящее время используется при оценке бюджета углерода в лесах Российской Федерации [11], где серии данных представлены государственными учетами лесов, проводившимися в 1988 и 1993 гг., а с 1998 г. – ежегодно. Второй метод оценки бюджета углерода лесов связан с расчетом годичных углеродных потоков, вносящих углерод в леса либо изымающих его. При составлении бюджета по пулу фитомассы следует рассмотреть депонирование углерода в результате текущего прироста лесных насаждений (входящий поток) и потери углерода за счет нарушающих воздействий (рубок, пожаров, ветровалов, вспышек насекомых и т. д.).

Прямое использование метода «изменения запасов» оказывается неприемлемым для лесов Республики Ингушетия. Дело в том, что государственные учеты лесного фонда составлялись на основе данных лесоустройства, при этом обновление информации учета для уровня лесохозяйственных предприятий (административных районов) происходило по мере проведения очередного лесоустройства. В лесах республики последнее лесоустройство имело место в 1983-1984 гг., и потому более поздние государственные учеты лесного фонда [7, 8] содержат одни и те же значения площадей и запасов древесины для лесов Ингушетии. Возможным выходом из этой ситуации является расчетная актуализация имеющейся информации. Нами была использована база данных государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 2003 г., содержащая величины площадей и объемных запасов древесины для лесных насаждений Ингушетии с дифференциацией по группам возраста (молодняки 1-го и 2-го классов возраста, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные) преобладающих древесных пород. Напомним, что эти данные были собраны в результате лесоустройства 1983-1984 гг. Актуализацию проводили на 20-летний период. При этом допускали, что суммарные площади под древесными породами и средние (на единицу площади) запасы древесины в возрастных группах остаются постоянными. Исходя из продолжительности пребывания насаждений в различных возрастных группах (варьирующих для разных пород и возрастов от 10 до 30 лет), оценивали площади насаждений, перешедших в более старшие возрастные группы. Например, если время пребывания в данной возрастной группе составляет 20 лет (например, молодняки 1-го класса возраста у сосны или бука), предполагается, что все площади этой группы перейдут в следующую по порядку группу (то есть в молодняки 2-го класса возраста). Если же продолжительность пребывания в группе равняется 10 годам (например, молодняки 1-го класса возраста у березы или осины), то насаждения за 20 лет попадают во вторую по порядку старшую группу (то есть проходят группу молодняков 2-го класса возраста и оказываются в группе средневозрастных). Площади, оказывающиеся в группе спелых и перестойных, в какие-либо другие возрастные группы не переходят.

Как для исходных, так и актуализированных данных был осуществлен расчет запаса углерода фитомассы. Для этого был применен метод конверсии из объемных запасов древесины в углерод фитомассы [4] с исполь-

зованием системы конверсионных коэффициентов, разработанной в ЦЭПЛ РАН [2]. Указанная система адаптирована к расчетам запасов углерода в фитомассе лесных насаждений по данным государственных учетов лесов и содержит значения переводных коэффициентов для возрастных групп преобладающих пород.

Согласно полученным результатам, в 1983 г. запас углерода фитомассы на покрытых лесом землях Ингушетии составлял  $5136,4 \times 10^3$  т С, к 2003 г. он увеличился за счет роста лесных насаждений до  $5880,2 \times 10^3$  т С. Подавляющий вклад в запас углерода фитомассы вносят насаждения бука (59,5 % в 1983 г. и 60,2 % в 2003 г.), далее следуют граб (9,5 и 8,5 %), береза (5,8 и 5,5 %), сосна (5,6 и 5,6 %) и липа (5,5 и 5,2 %). Распределение запасов углерода фитомассы по преобладающим породам определяется соотношением площадей, занятых насаждениями данных пород. Увеличение запаса углерода фитомассы за 20 лет составило  $743,9 \times 10^3$  т С, что соответствует годовому поглощению  $37,2 \times 10^3$  т С год<sup>-1</sup>.

Помимо оценки запаса углерода, на основе данных государственных учетов лесов можно осуществить расчет годового депонирования углерода в фитомассе. Этот расчет выполняется при помощи анализа данных по динамике среднего запаса углерода в последовательных возрастных группах лесных насаждений [4]. Отношение разности среднего запаса углерода в следующей и данной возрастной группе к продолжительности пребывания насаждения в данной группе дает оценку среднего годового депонирования углерода. Далее по произведению среднего значения на площадь данной группы оценивается общее значение депонирования углерода.

**Таблица 1**  
**Запасы и годовое депонирование углерода в фитомассе лесов Республики Ингушетия в 1983 г. (срок последнего лесоустройства) и 2003 г. (результат проведенной актуализации)**

Преобладающая порода	Площадь, га	1983 г.		2003 г.	
		Запас, $10^3$ т С	Депонирование $10^3$ т С год <sup>-1</sup>	Запас, $10^3$ т С	Депонирование, $10^3$ т С год <sup>-1</sup>
Сосна	6267	285,5	2,32	332,0	5,05
Дуб высокоствольный	1825 693	112,6	0,68 0,54	126,1 58,6	1,76 0,41

Преобладающая порода	Площадь, га	1983 г.		2003 г.	
		Запас, 10 <sup>3</sup> т С	Депонирование 10 <sup>3</sup> т С год <sup>-1</sup>	Запас, 10 <sup>3</sup> т С	Депонирование, 10 <sup>3</sup> т С год <sup>-1</sup>
Дуб низкоствольный	29555	47,3 3056,4	31,46	3541,1	25,03 1,18
Бук, граб, ясень	8775 3904	485,9 158,1	1,85 2,20	499,2	0,90
Клен	2976	212,6	1,16	235,7	0,57
Прочие	753	34,3	0,48	34,3	0,48
Твердолиственные	10358 908	298,6	1,10 0,34	324,4 34,1	0,06
Береза, осина		26,7			0,07
Ольха, серая ольха	1061 1253	42,3 40,8	1,03 1,19 1,17	59,9 64,2	0,44 0,00
Черная липа	5674	280,7		303,5	0,55
Прочие	66	1,1	0,04	2,1	0,00
Мягколиственные					
Прочие породы и кустарники покрытых лесом	3235 77303	53,4 5136,4	0,00 45,56	53,4 5880,2	0,00 36,52
Итого земель					

Годичное депонирование углерода лесами Ингушетии оценивается в  $45,6 \cdot 10^3$  т С год<sup>-1</sup> при использовании исходных учетных данных (1983 г.) и  $36,5 < 10^3$  т С год<sup>-1</sup> для актуализированной по состоянию на 2003 г. информации. Уменьшение величины годичного депонирования не является удивительным. Алгоритм актуализации предполагает лишь рост лесных насаждений, по мере приближения к возрасту спелости рост замедляется, и депонирование углерода уменьшается. Отметим так же, что полученная оценка поглощения углерода по разности запасов ( $37,2 \cdot 10^3$  т С год<sup>-1</sup>) укладывается в диапазон между меньшей и большей оценкой депонирования, что в определенной степени свидетельствует о корректности примененных расчетных процедур.

Следует подчеркнуть, что проведенная актуализация данных государственных учетов лесов справедлива только в том случае, если в лесах за 20 лет полностью отсутствовали значительные деструктивные воздействия, связанные с гибелью либо сплошной рубкой древостоев. Не учитываются в алгоритме актуализации и процессы лесовос-

становления на временно не покрытых лесом площадях (вырубках, гарях). Поэтому для качественной оценки корректности полученных результатов следует рассмотреть ежегодные масштабы нарушающих и управляющих воздействий на леса республики. Характеристика объемов лесопользования и размеров пройденной огнем покрытой лесом площади осуществлена на основе информации статистических форм отчетности по лесному хозяйству, предоставленных ФГУП «Рослесинфорг».

В республике не проводятся рубки главного пользования, поскольку леса имеют важное защитное и противозерозное значение. Промежуточное пользование лесами имеет место и, как правило, связано с различными формами рубок ухода (осветлениями, прочистками, прореживаниями, рубками обновления и переформирования). В 2000-2005 гг. (табл. 2) рубки ухода осуществлялись ежегодно на площади 315-699 га (в среднем 425 га). Отметим, что при рубке ухода лесное насаждение остается в составе покрытых лесом земель, то есть данная форма лесопользования не приводит к изменению площадей лесов.

Ежегодные размеры пройденной огнем площади в 2000-2005 гг. варьировали в пределах 0-1007 га, составляя в среднем 404 га (табл. 2). Сильные вариации размеров пройденной огнем площади в первую очередь связаны с изменчивостью погодных условий; периоды жаркой и засушливой погоды приводят к существенному увеличению вероятности возникновения лесных пожаров. Подчеркнем, что все лесные пожары, имевшие место в 2000-2005 гг., относились к категории низовых. При низовом пожаре выгорает напочвенный растительный покров и часть подстилки, древостой в зависимости от степени пожара и типа либо выживает, либо погибает. Иногда низовой пожар приводит к обгоранию корневой системы древесных растений, что приводит к их постепенному усыханию. В этом случае гибель древостоя может наступить и через несколько лет после пожара. Формы отчетности по лесному хозяйству, характеризуя масштабы ущерба от лесных пожаров, оперируют не площадями, а объемными запасам потерь древесины (табл. 2). Используя средний для покрытых лесом земель запас древесины ( $149$  м га<sup>3</sup>), можно рассчитать, что гибель древостоев в результате пожаров в среднем происходила на  $37,5$  га год<sup>-1</sup>. При этом доля погибших насаждений от пройденной огнем площади варьировала от 1,0 % (2002 г.) до 27,1 % (2000 г.), составляя в среднем 9,7 %.

Таблица 2

**Официальная статистическая отчетность по управляющим и нарушающим воздействиям в лесах Ингушетии и оценке потерь углерода пулом фитомассы за 2000-2005 гг.**

Год	Рубки ухода			Пожары		
	площадь, га	изъятая древесина, 103м <sup>3</sup>	потери углерода, 103тС	пройденная огнем площадь, га	потери древесины, 103м <sup>3</sup>	потери углерода, 103тС
2000	335	2,7	1,11	672	27,1	11,14
2001	315	2,2	0,90	231	2,3	0,96
2002	350	2,2	0,90	1007	1,5	0,60
2003	421	3,5	1,44	404	2,2	0,92
2004	699	6,0	2,47	112	0,4	0,16
2005	427	4,2	1,73	0	0,0	0,00
Среднее	425	3,46	1,43	404	5,6	2,30

При гибели лесных насаждений от пожаров и других причин обычной практикой является назначение санитарных рубок, препятствующих размножению лесных вредителей и расчищающих площади для последующего лесовосстановления. Ежегодные площади санитарных рубок варьировали в республике от 0 (2001 г.) до 90 (2004) га при средней величине 38,8 га. Эта величина крайне близка к найденной оценке гибели лесных насаждений в результате пожаров (37,5 га), что, с одной стороны, свидетельствует о корректности проведенных расчетов, с другой, доказывает, что прочие причины гибели лесных насаждений (вспышки вредителей, ветровалы, промышленные загрязнения) мало значимы в масштабах республики.

Воспользовавшись найденной величиной масштабов ежегодной гибели лесных насаждений (37,5 га год<sup>-1</sup>), суммарные за 20 лет масштабы нарушающих деструктивных воздействий можно оценить в 750 га. Это составляет менее 1 % от общей площади покрытых лесом земель Республики Ингушетия (77303 га). Масштаб деструктивных воздействий на леса республики крайне невелик, и потому допущения, использованные при актуализации учетных данных, представляются вполне приемлемыми. Следовательно, в качестве оценки депонирования углерода с приростом фитомассы имеет смысл использовать величину  $36,5 \times 10^3$  т С год<sup>-1</sup>.

Материалы табл. 2, содержащие информацию по объемам заготавливаемой при рубках ухода древесины и ее потерь при лесных пожарах, дают возможность оценки связанных с рубками и пожарами потоков, выводящих углерод из пула фитомассы. Для такого расчета можно использовать среднее для республики отношение между углеродом фитомассы и объемным запасом древесины (0,411 т С м<sup>3</sup> по актуализированным данным). Средний объем изъятия углерода из пула фитомассы с заготавливаемой древесиной оценивается в  $1,4 < \times 10^3$  т С год<sup>-1</sup>, а потеря при пожарах – в  $2,30 \times 10^3$  т С год<sup>-1</sup>. Таким образом, среднее поглощение углерода лесами Республики Ингушетия в 2000-2005 гг. составляло около  $32,8 \times 10^3$  т С год<sup>-1</sup>, что эквивалентно  $120 \times 10^3$  т CO<sub>2</sub> год<sup>-1</sup>.

В настоящей работе был рассмотрен бюджет углерода лесов Ингушетии по пулу фитомассы. Значительные запасы углерода содержатся и в других пулах лесной экосистемы, особенно в органическом веществе почвы. Согласно нашим оценкам для актуализированных учетных данных, запас углерода в мертвой древесине лесов Ингушетии равен  $846 \times 10^3$  т С, в органическом веществе почвы –  $7074 \times 10^3$  т С (то есть на 20 % больше, чем в фитомассе). Однако, как показывают современные исследования [3], вклад пулов мертвого органического вещества в бюджет углерода оказывается сравнительно небольшим (по сравнению с ролью в общих запасах углерода) из-за консервативности их свойств. Таким образом, полученная оценка поглощения углерода пулом фитомассы может быть использована для оценки вклада лесов республики в общее поглощение парниковых газов, засчитываемое Российской Федерацией при управлении лесным хозяйством в рамках статьи 3.4 Киотского протокола.

### Литература

1. Гитарский М.Л., Замолодчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Карабань Р.Т. Эмиссия и поглощение парниковых газов в лесах России в связи с выполнением обязательств по климатической конвенции ООН // Лесоведение, 2006, № 6. С. 34-44.
2. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Честных О.В. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу основных лесообразующих пород России // Лесная таксация и лесоустройство. 2003. Вып. 1(32). С. 119-127.
3. Замолодчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации // Лесоведение, 2007, № 6. С. 24-35.
4. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Пряжников А.А., Замолодчиков Д.Г. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России // Лесоведение, 1993, № 5. С. 3-10.

5. Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Официальный русский перевод. ООН, 1997. – 27 с.
6. Лесной кодекс Российской Федерации. М.: Эксмо, 2007. – 92 с.
7. Лесной фонд России. Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. – 650 с.
8. Лесной фонд России. Справочник. М.: ВНИИЛМ, 2003. – 640 с.
9. Национальный доклад Российской Федерации об установленном количестве выбросов. Издание официальное. М., 2007. – 40 с.
10. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2003.
11. Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. Издание официальное. Под ред. Израэля Ю.А., Нахутина А.И., Семенова С.М. и др. М.: АНО Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 164 с.

---

## СТАНОВЛЕНИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АГРОНОМИИ К НАЧАЛУ XX ВЕКА

*М.М. Баркинхоев,  
зав. каф. агрономии,  
профессор ИнгГУ,  
Л.Ю. Костоева,  
сотрудник каф. агрономии ИнгГУ*

Агрономия в переводе с греческого (agros – поле, nomos – закон) – это закон поля, т. е. наука о законах полеводства; в широком смысле – научная основа сельскохозяйственного производства. Она возникла в процессе практической деятельности человека в глубокой древности и тесно связана с естествознанием, развитием производительных сил и производственных отношений в обществе.

Агрономия как отрасль сельскохозяйственного производства возникла в конце каменного века, когда человечество стало переходить от сбора природных продуктов к их выращиванию, первобытное земледелие, как часть агрономии, было подсечным. Выбранные участки леса выжигали, расчищали и подвергали обработке примитивными орудиями с деревянными, а позднее с каменными наконечниками.

Первым земледельцам мы обязаны постепенному накоплению агрономических знаний о почве и растениях.

Сначала эти знания из поколения в поколение передавались устно.

Проблемы происхождения мирового земледелия актуальны для современного земледелия.