

УДК 502.7(069)

УГЛЕРОД В БИОМАССЕ ЛЕСНЫХ ГЕОСИСТЕМ БАШКОРТОСТАНА

© 2007 Р.Ш. Кашапов

Башкирский государственный педагогический университет, г. Уфа

Количественно оценено распределение запасов и потоков органического углерода в биомассе лесных геосистем. Более 99% его запасов содержится в биомассе лесопокрытых земель. В нетто-первичной продукции (НПП) кормовых угодий содержится 1,35% от массы, заключенной в НПП лесных земель. 5,7% массы углерода, ежегодно фиксируемого в НПП лесов Государственного лесного фонда выносятся с древесиной и кормами для домашних животных.

Лесная растительность была и остается наиболее мощным фактором стабилизации окружающей среды. В глобальном масштабе особенно значительна в этом отношении роль бореальных лесов и ветландов [8, 9, 11, 12, 23 и др.] и в частности таежных лесов и ветландов России [1, 5, 9, 12-16, 21, 23, 43]. С большей или меньшей эффективностью они выполняют эту функцию на территории любого ранга.

Лесопокрытые площади Республики Башкортостан занимают более 38% ее площади, причём свыше 76% из них – это горные леса (рис.). Леса играют значительную роль в экономике республики, но представляют во много раз большую ценность в качестве центра стабилизации окружающей среды в регионе [19]. Однако с этой точки зрения должную оценку они еще не получили. Имеется всего несколько публикаций, посвященных общей характеристике их как канала стока и депо органического углерода в связи с изучением его баланса в природно-хозяйственной системе РБ [17, 18, 20].

Цель работы - количественная оценка структуры запасов и потоков углерода в биомассе лесных геосистем.

Для этого требовалось рассчитать биомассу и полную нетто-первичную продукцию (НПП) растительности лесных земель, их структуру установить долю, отводимую в антропогенный канал, пересчитать полученные данные на углерод, составить схему его баланса.

В работе использованы термины: биомасса, НПП - по: [4, 28]; фитомасса - [29]; сток углерода - [25]; геосистема - [30]; природно-хозяйственная система - относительно однородная внутригосударственная структура в пределах границ субъекта Российской Федерации. В данном случае это Республика Башкортостан.

Материалы и методика

В качестве источников материалов о площадях (по лесхозам), занимаемых основными лесообразующими породами, структуре земель Государственного лесного фонда (ГЛФ), запасах древесины, продуктивности кормовых угодий ГЛФ использованы данные Агентства по лесному хозяйству РБ, Госкомитета РБ по статистике, Госкомитета РБ по земельным ресурсам и землеустройству. Использовались картографические произведения: Атлас лесов СССР [2]; карты из: Атласа Республики Башкортостан [3]; космические снимки Landsat 7; топографические карты М 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000 000 (листы на территорию РБ).

Данные представлены в форме таблиц: о площадях, занимаемых основными лесообразующими породами, группами пород в табл. 1, распределении площадей ГЛФ, эксплуатируемых в качестве кормовых угодий их продуктивности (табл. 2), распределении запасов древесины в спелых древостоях основных лесообразующих пород (табл. 3).

Площади, эксплуатируемые в качестве кормовых угодий, это 190 тыс. га сенокосов и 1074 тыс. га пастбищ, в том числе и 1022 тыс. га лесопокрытых площадей, где разрешен выпас скота.

С этих площадей в общей сложности получают, в пересчёте на сено 1670,0 10³ т растительной массы, в которой доля безлесных площадей равна 258×10³ т, доля угодий на лесопокрытых площадях - 1412×10³ т.

Основной ресурс, который дают леса ГЛФ - 3,316 10⁶ м³/год круглой древесины. Распределение запасов древесины по породам представлено в табл. 3.

При выявлении особенностей распределения запасов древесины по породам использованы

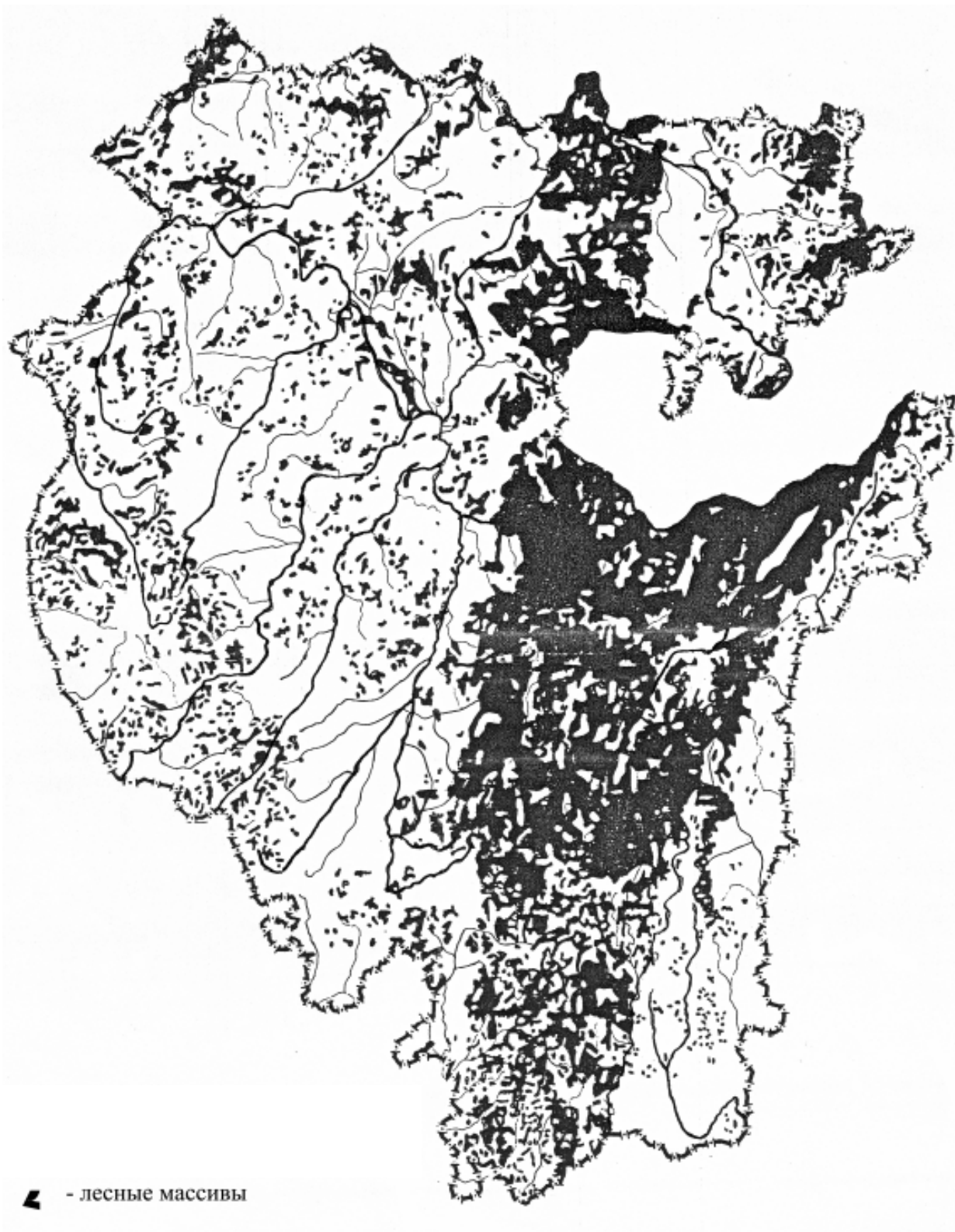


Рис. Схема распространения лесов в Башкортостане

данные о запасах спелых древостоев [2]. Для пересчета воздушно-сухой массы древесины на сухую массу (с.м.) использован коэффициент 0,85; при пересчете сена на сухую массу использован коэффициент 0,83 - содержание сухого вещества в лесных травах [6]. Содержание углерода в сухой массе растений определено умножением на коэффициент 0,45 [24, 27].

Расчет биомассы и НПП растительности лесных земель

Для определения биомассы лесов необходимы данные о массе и соотношении над- и подземных частей растений. Леса Башкортостана в подобном плане не изучены. Во всяком случае нам таких данных найти не удалось. Поэтому необходимые значения нашли аналитически, по

Таблица 1. Площади основных лесообразующих пород и их групп

Лесообразующие породы	Площадь, 10 ³ га		%
	по породам	по группам пород	
Сосна	745,1		14,9
Лиственница	48,5	793,6	1,0
Ель	269,0		5,08
Пихта	57,5	326,0	1,19
Дуб	333,0		6,41
Клён	191,0		3,46
Вяз	22,25		0,46
Липа	1040,0		21,05
Берёза	1292,0		26,25
Осина	809,0		16,26
Ольха	169,0		3,02
Прочие	44,25		0,92
Всего			5019,0

Таблица 2. Структура кормовых угодий Гослесфонда и объем получаемых с кормовых ресурсов

Форма использования земель ГЛФ	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га	Получено продукции, тыс. т	Всег тыс. т (усредненных для расчетов)
Сенокосы(постоянные)	124,0	0,8–1,8	99,0–223,0	161,0
Пастбища (постоянные)	52,3	1,0	52,0	52,0
Пастбища на лесных землях, покрытых лесом	1022,0	5,0–8,0 (зеленой массы) или	5110–8176 (зеленой массы) или 1086–1737 (в расчете на сено)	1412,0
Сенокосы (временные)	47,0	0,5–1,0	23,5–47,0	32,25
Сенокосы (на прогалинах)	12,5	0,5	6,25	6,25
Сенокосы (на редицах)	6,2	0,5	3,1	3,1
				1670,0

имеющимся опубликованным материалам для других территорий сравнительно близких по природным условиям [10, 26, 28]. Результаты вычислений приведены (табл. 4).

Биомассу растительности безлесных земель (сенокосов, пастбищ) также определили аналитически.

Для этого на основе изучения и анализа имеющихся материалов в различных публикациях [22, 26, 31-33] соотношение подземных частей и побегов и надземных частей растений лесных кормовых угодий приняли как 70% и 30%, т.е. подземная масса больше надземной в 2,33 раза.

Все виды кормовых угодий ГЛФ в пересчете на сено дают 258×10³ т (табл. 2).

При принятом соотношении над- и подземных частей биомасса составляет 714×10³ т с.м. Суммарная биомасса земель ГЛФ, с учётом кормовых угодий равна (1 050 779 + 714)×10³, или

1 051 493×10³ т с.м. Как видно, доля кормовых угодий незначительна - 0,07% от суммарной биомассы. Однако в абсолютных цифрах это достаточно большая величина они (кормовые угодья ГЛФ) существенно пополняют кормовые ресурсы республики.

Нетто-первичная продукция лесных земель есть сумма соответствующих показателей растительности лесопокрытых площадей и безлесных земель.

Необходимые для расчетов значения годового прироста нашли на основе данных имеющихся в литературе: продукция мягколиственных пород (по березнякам) - 12,0 т/га, хвойных (по соснякам) - 6,1 т/га и твердолиственных (по дубнякам) - 9,0 т/га в год [28]. Общий прирост составляет с учётом площадей, занимаемых группами пород (табл. 1): для мягколиственных 3354×10³×12,0 т/га = 40 248×10³ т с.м.; хвойных -

Таблица 3. Распределение запасов древесины по породам

Лесообразующая порода	Занимаемая площадь, 10 ³ га	Общий запас, 10 ⁶ м ³ *	Запас спелых древостоев, м ³ /га**	Вес воздушно-сухой древесины, кг/м ³ ***	Вес сухой массы, кг/м ³
Сосна	745,1	86,75	174	520	442
Лиственница	48,5	3,36	114	590	502
Ель	269,0	38,03	183	450	383
Пихта	57,5	16,06	165	470	400
Дуб	333,0	53,39	105	740	629
Клён	191,0	32,96	123	750	638
Вяз	22,25	7,04	116	690	587
Липа	1040,0	108,78	155	450	383
Береза	1292,0	150,1	124	650	553
Осина	809,0	106,11	161	510	433
Ольха	169,0	11,97	139	540	459
Прочие	44,25	2,69	17	530	451
Всего					5860
Усредненный вес сухой массы					488

Примечание: *Система рекомендаций..., 1976; ** Атлас лесов СССР, 1973; Атлас Республики Башкортостан, 2005; *** Справочник лесничего, 1965.

Таблица 4. Биомасса древесных растений

Лесообразующие породы	Занимаемая площадь, 10 ³ га	Запас фитомассы, т/га (по данным разных авторов)	Биомасса, 10 ³ т с.м.
Сосняки	793,6	288,0	228384,
Ельники	326,0	267,0	87042,0
Дубняки	546,0	214,0	116844,0
Липняки	1040,	214,0	222560,0
Березняки	1292,0	133,0	171836,0
Осинники	809,0	227,0	183643,0
Прочие	213,0	190,0	40470,0
Итого	5019,0		1050779,0

$1119 \times 10^3 \times 6,1 \text{ т/га} = 6826 \times 10^3 \text{ т с.м.}$; твердолиственных - $546 \times 10^3 \times 9,0 = 4914 \times 10^3 \text{ т с.м.}$ или в сумме - $51\,988 \times 10^3 \text{ т с.м.}$ в год.

Полную НПП кормовых угодий безлесных земель находим на основе данных о массе получаемых кормов. С кормовых угодий отчуждается 0,3 НПП [27]. Отсюда их полная продукция равна $214 \times 10^3 \text{ т с.м.}$: $0,3 = 713 \times 10^3 \text{ т с.м.}$

С учетом кормовых угодий полная НПП лесных земель составляет $(51\,988 + 713) \times 10^3 = 52\,701 \times 10^3 \text{ т с.м.}$ в год. Доля кормовых угодий невелика и составляет всего 1,35% от НПП лесных земель.

Расчет сухой массы, отводимой в антропогенный канал

Биологическая масса лесов в РБ отчуждается в процессе рубок (главного пользования, ухода за лесом), при побочном пользовании (пастба скота, заготовка кормов). Другие виды пользования (сбор лекарственных, дубильных растений,

ягод, плодов и т.д.) не связаны с отчуждением значительных масс и при доступной нам точности они не могут ощутимо сказаться на результатах расчетов и потому их можно не учитывать.

При объеме рубок в $3,316 \text{ млн. м}^3/\text{год}$ круглой древесины и средней массе сухого вещества в 488 кг/м^3 (табл. 3), это составляет $3,316 \times 10^6 \times 0,488 = 1618 \times 10^3 \text{ т с.м.}$

С учетом того, что рубка леса соответствует изъятию 30% НПП [7], его полная величина, отчуждаемая в процессе лесорубочных работ составляет $51\,988 \times 10^3 \text{ т с.м.} \times 0,3 = 15\,596 \times 10^3 \text{ т с.м.}$

С $1670 \times 10^3 \text{ т}$ кормов, отчуждаемых с земель ГЛФ (табл. 2), в антропогенный канал выносятся $1386 \times 10^3 \text{ т с.м.}$

Схема баланса углерода выглядит следующим образом (табл. 5).

Заключение

В результате произведенных расчетов получены следующие количественные оценки основ-

Таблица 5. Основные параметры баланса органического углерода геосистем лесов Башкортостана

Показатели	Масса органического углерода, 10 ³ т
Биомасса лесных земель ГЛФ	473172
в т.ч.:	
биомасса лесопокрытых земель	472851
биомасса безлесных земель	321
Полная НПП лесных земель ГЛФ	23715
в т.ч.:	
лесопокрытых земель	23395
безлесных земель	321
Выносятся за пределы геосистемы леса при хозяйственном использовании	
в т.ч.:	
с круглым лесом	1352
с травами безлесных и лесопокрытых земель	728
	624
Изымается из прироста при сплошной рубке	7018

ных составляющих баланса углерода геосистем лесов Башкортостана:

- общая биомасса составляет 1 051 493×10³ т с.м.;
- практически вся масса органического углерода сосредоточена в биомассе лесопокрытых земель, доля кормовых угодий составляет 0,07%;
- масса углерода, связываемого в НПП кормовых

угодий, составляет 1,35% от заключенной в НПП лесных земель;

- с заготавливаемым круглым лесом выносятся 3,07%, с кормами с безлесных и лесопокрытых земель - 2,63%, или в сумме - 5,7% углерода, ежегодно фиксируемого в полной НПП земель ГЛФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.А., Бердси Р.А.* (ред.). Углерод в системах лесов и болот России. Красноярск, 1994.
2. Атлас лесов СССР. М.: ГУГК, 1973.
3. Атлас Республики Башкортостан. Роскартография. ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2005.
4. *Базилевич Н.И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993.
5. *Болн Б.* Круговорот углерода // Биосфера. Пер. с англ. А.М. Гилярова и Ю.М. Фролова. М.: Мир, 1972.
6. *Ващенко И.М., К.П.Ланге, М.П.Меркулов.* Практикум по основам сельского хозяйства: Учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1982.
7. *Горшков В.Г.* Структура биосферных потоков энергии // Бот. журн. 1980. Т. 65, № 11.
8. *Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995. Т. XXIII.
9. *Данилов-Данильян В.И., Горшков В.Г., Арский А.Ю., Лосев К.С.* Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия. М., 1994.
10. *Дылис Н.В., Носова Л.М.* Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосковья. М.: Прогресс, 1973.
11. *Заварзин Г.А.* Цикл углерода в природных экосистемах России // Природа. 1997. № 7.
12. *Заварзин Г.А.* Вступление // «НТП Глобальные изменения природной среды и климата. Избранные научные труды по проблеме: Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад» / Под общ. ред. акад. Г.А. Заварзина. М., 1999.
13. *Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И.* Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. М.: Центр экологической политики России, 1995.
14. *Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Пряжников А.А., Замолотчиков Д.Г.* Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России // Лесоведение. 1998. № 5.
15. *Исаев А.С., Коровин Г.Н.* Углерод в лесах Северной Евразии // Круговорот углерода на территории России. М., 1999.
16. *Исаев А.С., Коровин Г.Н.* Устойчивое управление лесами России: проблемы и решения // Научные аспекты экологических проблем России: Тр. Всерос. конф. Т. 1. М.: Наука, 2002.
17. *Каишапов Р.Ш.* Опыт оценки структуры энергетических потоков в природно-хозяйственной системе Башкортостана // Изв. РГО. 2001. Т. 133. Вып. 4.
18. *Каишапов Р. Ш.* О балансе органического углерода

- да в природно-хозяйственной системе Башкортостана // Изв. РГО. 2002. Т. 134. Вып. 3.
19. *Кашапов Р.Ш.* Характеристика антропогенной деградации региональных геосистем // Проблемы геоэкологии Южного Урала. Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Оренбург: ИПК ВПО ОГУ, 2003.
 20. *Кашапов Р.Ш.* Оценка бюджета общего углерода на региональном уровне (на примере Республики Башкортостан) // Изв. РГО. 2004. Т. 136. Вып. 1.
 21. *Клюев Н.Н.* Россия на экологической карте мира // Изв. РАН. Сер. географ. 2002. № 6.
 22. *Кобак К.И.* Биологические компоненты углеродного цикла. Л.: Гидрометеиздат, 1988.
 23. *Кондратьев К.Я., Лосев К.С., Ананичева М.Д., Чеснокова И.В.* Баланс углерода в мире и России. // Изв. РАН. Сер. географ. 2002. № 4.
 24. *Лархер В.* Экология растений. М.: Мир, 1978.
 25. *Мокроносков А.Т., Кудеяров В.Н.* Сток и эмиссия углекислого газа на территории России // Государственная научно-техническая программа России. Глобальные изменения природной среды и климата. Избранные научные труды / Под общ. ред. акад. Н.П. Лаверова. М., 1997.
 26. *Молчанов А.А.* Влияние леса на окружающую среду. М.: Наука, 1973.
 27. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975.
 28. *Родин Л.И., Базилевич Н.И.* Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М; Л.: Наука, 1965.
 29. *Смирнов В.В.* Фитомасса в еловых древостоях // Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Л.: Наука, 1971.
 30. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978.
 31. *Уткин А.И.* Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) // Лесоведение и лесоводство. Т. 1. М.: ВИНТИ, 1975.
 32. *Ходашова К.С.* Динамика биомассы позвоночных животных и ее связь с зональными особенностями фитомассы и водно-теплого режима // Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Л.: Наука, 1971.
 33. *Шалыт М.С.* Подземная часть некоторых луговых, степных и пустынных растений и фитоценозов // Серия III. Геоботаника / Под ред. Е.М. Лавренко, С.Я. Соколова и А.П. Шенникова. Вып. 6. М; Л.: Изд-во АН СССР, 1950.
 34. Global Environment Outlook. 2000. L.: Earth scan. Publ. Ltd., 1999.

CARBON IN THE BIOMASS OF THE FOREST GEOSYSTEMS OF BASHKORTOSTAN

© 2007 R.Sh. Kashapov
Bashkir State Pedagogical University, Ufa

The spread of the carbon stocks in the biomass and its drifts in the forest geosystems has been estimated quantitatively. More than 99% of organic carbon is concentrated in the biomass of the forests. In the netto-primary product (NPP) of the fodder territories there is 1,35% of the carbon mass of the NPP of the forests. 5,7% of the carbon annually fixed in the NPP of the state forest fund is carried away with wood and forage for domestic animals.