

УДК 630*161.32

Л. Н. Рожков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (БГТУ);
А. В. Шатравко, студентка (БГТУ)

УГЛЕРОДНЫЙ БЮДЖЕТ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ

Приведена характеристика болотных лесов Беларуси, запасы углерода в болотных лесах, сравнительная продуктивность лесов республики, углеродный бюджет.

Болотные леса Беларуси являются огромным хранилищем (1,75 млрд. т) углерода, в том числе законсервированного в виде торфа 1,19 млрд. т С, с перспективой потенциального секвестра ежегодно 3,5 млн. т в эквиваленте атмосферного диоксида углерода. Выявлена устойчивая за последнее полувековье тенденция болотных лесов в обеспечении стока атмосферного диоксида углерода в объеме 2,64 т CO₂/га·год. Порядка 1,3 млн. га болотных лесов Беларуси нерентабельны для лесозаготовок и могут быть включены в оборот международного обмена на рынке свободных углеродо-квот.

The characteristic of marsh woods of Belarus, carbon stocks in marsh woods, comparative efficiency of woods of republic, the carbon budget.

Marsh woods of Belarus are huge storehouse (1,7 billion) carbon, including the 1,19 billion preserved in the form of peat т and with prospect of the potential sequester annually 3,5 million tons in an equivalent of 9an atmospheric dioxide of carbon. The steady tendency for last semicentury marsh woods in maintenance of a drain of an atmospheric dioxide of carbon in volume 2,64 т CO₂/га·год on the average is revealed. Order of 1,3 million in hectare of marsh woods of Belarus are unprofitable for timber cuttings and can be included in a turn of the international exchange in the market of free uglero-do-quotas for sale annually.

Введение. За последние 50 лет масса атмосферного диоксида углерода возросла на 240 млрд. т. По другим данным, его содержание в атмосфере за 100 лет увеличилось на 40% (по нашим расчетам, это соответствует 500 млрд. т CO₂), что стало причиной современного потепления климата и привело к увеличению средней глобальной температуры приземного слоя воздуха на 0,7°C [1]. Исследования ученых из университета Окленда (Новая Зеландия) свидетельствуют об обратной тенденции: рост концентрации CO₂ изменяет циркуляцию воздушных течений в верхних слоях атмосферы, способствует снижению средней высоты облаков (за 10 лет облака стали ближе к Земле на 30–40 м), что позволяет нашей планете более эффективно охлаждаться, отводя тепло в космос [2]. Согласно еще одной гипотезе, глобальное потепление приведет к остановке или серьезному ослаблению Гольфстрима, что вызовет существенное падение средней температуры в Европе [3]. Причина возможных изменений климата – антропогенное воздействие на окружающую среду, одним из последствий которого является индустриальная эмиссия парниковых газов, среди которых преобладает диоксид углерода. Поток этой эмиссии сегодня во многом компенсируется фотосинтезом естественных поглотителей углекислого газа, в первую очередь, лесных и болотных экосистем. Болотные леса, как известно, признаны природными экосистемами повышенного разнообразия. Не менее высока их ценность и в долгосрочной консервации углерода [4], на что пока мало обращают

внимание исследователи лесоболотных экосистем. Восполнению этого пробела в отношении углерододепонирования болотных лесов Беларуси посвящена настоящая работа как часть исследований в рамках задания ГПНИ «Биоразнообразие, биоресурсы и экотехнологии».

Методика исследований. Расчет углеродного бюджета болотных лесов выполнен с использованием материалов государственного учета лесного фонда и лесного мониторинга Республики Беларусь на основе утвержденной методики [5, 6]. Применен конверсионный подход при оценке содержания углерода, используемый в Национальном кадастре парниковых газов Росгидромета [7], и отвечает рекомендациям МГЭИК [8].

Основные результаты. По данным лесного кадастра, по состоянию на 2010 г. болотные леса Республики Беларусь занимают 1730,5 тыс. га покрытых лесом земель с общим запасом 245,83 млн. м³. Преобладают болотные леса низинного типа (82,7%) серий типов леса папоротниковой (29,9%), осоковой (26,5%), таволговой и крапивной; долгомошная (болотных лесов) серия типов переходных болот также значительная (10,3% от общей площади болотных лесов).

Сосновая формация болотных лесов занимает лишь 1,9% покрытых лесом земель; наиболее представлены березовая (39,4%) и чернольшовая (34,5%) формации. Средний бонитет болотных лесов – 2,8, средняя полнота – 0,63. Молодняки занимают 22,3%, средневозрастные – 43,8, приспевающие – 17,8 и спелые и перестойные – 16,1% покрытых лесом земель. Средний запас на 1 га болотных лесов 142 м³, в том

числе ельников – 189, черноольшаников – 158, березняков – 189, сосняков – 91 м³ на 1 га.

Средняя глубина торфа принята посредством усреднения этого показателя из пробных площадей Л. П. Смоляка [9] и материалов обследования торфяного фонда [10]. Данные, безусловно, подлежат уточнению.

В табл. 1 представлен углеродный бюджет болотных лесов. Основные запасы углерода (93,9%) накоплены в почве болотных лесов. На долю углерода фитомассы приходится всего 5,6% лесоболотного пула углерода. В малый биологический круговорот включено лишь 32,0% запасов углерода болотных лесов (фитомасса + мертвая древесина + подстилка + органический углерод 30-сантиметрового слоя почвы); заметим, что в лесах по суходолу весь депонированный углерод (100%) сосредоточен в зоне обмена (круговорота) между живой и неживой компонентой лесной экосистемы. В этом состоит важная функция белорусских болотных лесов – консервация атмосферного углерода в виде торфа (приблизительно 1,2 млрд. т С, или 68,0% от его общих запасов на покрытых лесом землях).

Сравнительная продуктивность лесов республики по запасам древесины и углерода (рисунок) свидетельствует, что в лесном углеродном пуле (2743,6 млн. т С, включая мертвую древесину и лесную подстилку) на лесоболотный пул приходится 63,6%, причем законсервированный благодаря болотным лесам республики углерод составляет 43,2%.

В малый биологический круговорот лесов республики вовлечено 1499,1 млн. т С (54,6% депонированного лесами углерода). 450,6 млн. т С в слое почвы ≤ 30 см болотных лесов составляют ближайший резерв органического углерода почвы для вовлечения в биокруговорот при

ускоренной минерализации почвенного гумуса, например, после лесосошения или вырубки древостоя и т. п. В этой связи предпочтительна сдержанная эксплуатация болотных лесов, поскольку в первую очередь в звено эмиссии включается углерод фитомассы, детрита и верхнего слоя почвы.

В болотных лесах накоплены значительные древесные запасы – 245,83 млн. м³. Заготовка древесины в них затруднена по причине недостаточной транспортной доступности. Рентабельность лесовыращивания в неосушенных сосняках верховых болот и мягколиственных насаждениях переходных и низинных болот крайне низкая, скорее отрицательная [11]; такие болотные леса занимают около 77% их общей площади. В то же время стоимость депонированного углерода в лесоболотных экосистемах примерно в 2,5 раза превышает стоимость древесных запасов, накопленных болотными лесами.

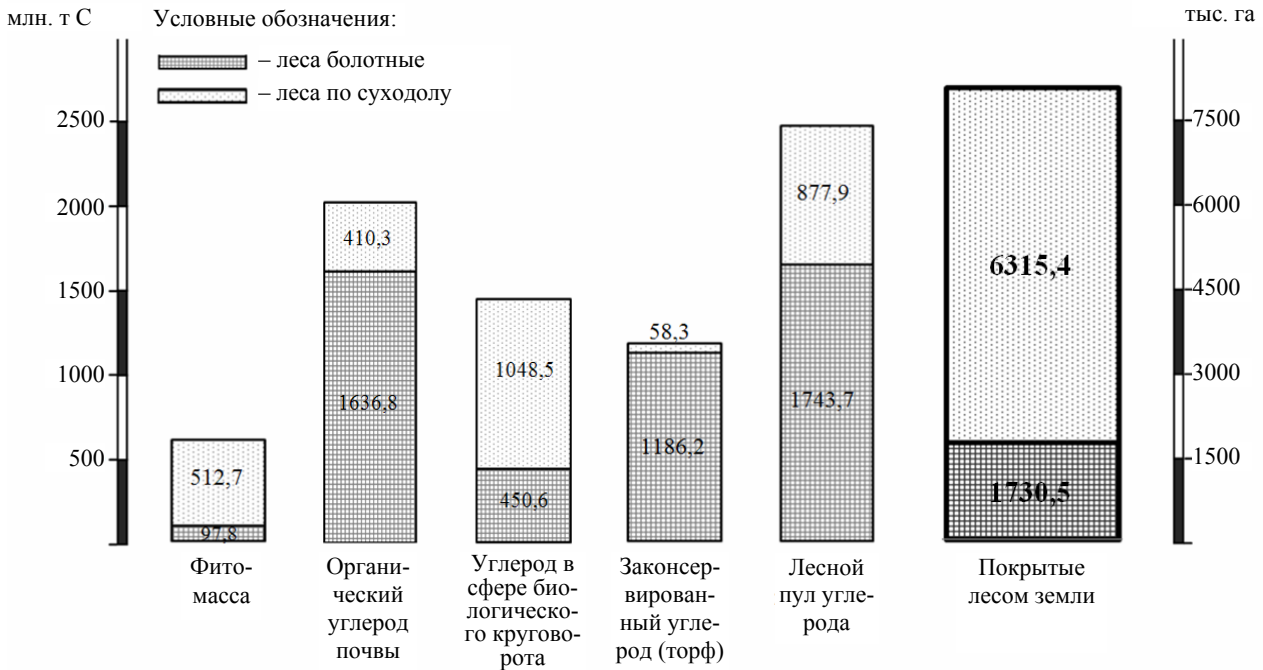
В нерентабельных для лесозаготовок болотных лесах (порядка 1,3 млн. га) за счет продажи углеродо-квот текущего прироста можно получать ежегодный доход в сумме 47 млн. дол. США. При этом также обеспечивается сохранение биологического разнообразия болотных лесов. Такой подход к организации лесопользования в болотных лесах Беларуси может заинтересовать международные экологические фонды и способствовать доступу республики на международные рынки свободных углеродных квот.

Из анализа данных табл. 2 вытекает закономерность устойчивой в течение последнего полувеккового периода динамики стока атмосферного диоксида углерода: среднее за 1956–2011 гг. годовичное депонирование углерода составило +2,25 т С/га·год, в том числе в болотных лесах +0,72 и по суходолу +2,35 т С/га·год.

Таблица 1

Запасы углерода в болотных лесах Беларуси, тыс. т С (покрытые лесом земли)

Серия типов леса	Фитомасса			Мертвая древесина	Лесная подстилка	Органический углерод почвы				Лесоболотный пул углерод
	надземная	подземная	итого			подвижный	стабильный	законсервированный (торф)	итого	
Сфагновая	146	90	236	6	12	915	1 830	12 088	14 833	15 087
Долгомошная (болотных лесов)	6 293	1 172	7 465	230	634	15 495	30 990	85 624	132 109	140 438
Багульниковая	4 698	815	5 513	185	392	10 147	20 294	107 567	138 008	144 098
Осоковая	16 500	3 140	19 640	620	948	35 948	72 346	452 364	560 658	581 866
Таволговая	11 136	2 070	13 206	375	724	16 927	33 850	166 803	217 580	231 885
Приручейно-травяная	3 795	715	4 510	124	282	6 923	13 845	18 773	39 541	44 457
Злаково-пойменная	749	147	896	27	55	283	566	1534	2383	3361
Папоротниковая	28 822	5 259	34 081	1 064	2 276	39 485	78 970	313 817	432 272	469 693
Крапивная	10 238	2 014	12 252	354	815	23 932	47 865	27 662	99 419	112 840
Всего	82 377	15 422	97 799	2 985	6 138	150 055	300 556	1 186 192	1 636 803	1 743 725



Сравнительный углеродный бюджет лесов Беларуси, в том числе болотных и по суходолу (покрытые лесом земли)

Положительная динамика углерододепонирования характерна как для суходольных, так и болотных лесов Беларуси. Болотные леса в 3,26 раза менее продуктивны по показателю углерододепонирования по сравнению с суходольными, что коррелирует с древесиноподуктивностью.

Прямо противоположная тенденция наблюдается в процессе консервации атмосферного углерода лесами. Суходольные леса Беларуси практически не способны в силу их легкого гранулометрического состава и невысокой влаж-

ности обеспечивать длительную консервацию органического углерода почвы. В то же время болотные леса Беларуси в настоящее время являются значительными хранилищами дополнительного секвестра углерода: приблизительно 1,2 млрд. т С при ежегодном приросте 0,56 т на каждом гектаре. Можно утверждать, что благодаря болотным лесам Беларуси потенциальный секвестр углерода составляет ежегодно 3,5 млн. т в эквиваленте атмосферного диоксида углерода.

Таблица 2

Динамика углеродного бюджета лесов Беларуси (покрытые лесом земли)

№	Показатели	Единица измерения	Год учета		
			1956	2011	Изменение
1	Покрытые лесом земли	тыс. га	6366,1	8045,9	+1679,8
2	Общий древесный запас	млн. м ³	334,72	1596,7	+1261,98
3	Лесной пул углерода	млн. т С	1381,4	2743,6	+1362,2
	В том числе:				
3.1	болотные леса	млн. т С	1238,8	1753,2	+514,4
3.2	леса по суходолу	млн. т С	142,6	990,4	+847,8
4	Среднепериодичное (1956–2011 гг.) годовое депонирование углерода	т С/га·год	+2,25		
	В том числе:				
4.1	болотные леса	т С/га·год	+0,72		
4.2	леса по суходолу	т С/га·год	+2,35		
5	Секвестр (консервация) атмосферного углерода лесами	т С/га·год	+0,37		
	В том числе:				
5.1	болотные леса	т С/га·год	+0,56		
5.2	леса по суходолу	т С/га·год	–0,004		

Выводы. Болотные леса Беларуси являются огромным хранилищем (1,75 млрд. т) углерода, в том числе законсервированного в виде торфа 1,19 млрд. т С, с перспективой потенциального секвестра ежегодно 3,5 млн. т в эквиваленте атмосферного диоксида углерода. Значительные запасы углеродного бюджета болотных лесов (450,6 млн. т С) сосредоточены в зоне ближайшего резерва круговорота и при определенных условиях (лесоосушение, вырубка древостоя) являются потенциально возможными активными участниками углеродного обмена, тем самым источником эмиссии диоксида углерода. В этой связи предпочтительна сдержанная, лучше недопущение, эксплуатация болотных лесов. Порядка 1,3 млн. га болотных лесов Беларуси нерентабельны для лесозаготовок и могут быть включены в оборот международного обмена на рынке свободных углеродо-квот для продажи ежегодно 6,0 млн. т текущего прироста депонированного диоксида углерода, что обеспечивает доход в сумме 47 млн. дол. США.

Литература

1. Замолодчиков, Д. Г. Леса России и изменение климата: сможем ли мы сохранить наши леса перед новой угрозой? / Д. Г. Замолодчиков // Устойчивое лесопользование. – 2011. – № 4. – С. 12–14.
2. Глобальное потепление остужает Землю // Белорусский портал TUT.BY [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://news.tut.by/it/276089.html>. – Дата доступа: 25.02.2012.
3. Вест, Лэрри. Теплое течение Гольфстрим и глобальное потепление климата / Лэрри Вест // Stay natural [Электронный ресурс]. – 2011. Режим доступа: <http://staynatural.ru/teploe-techenie-golfstrim-i-globalnoe-poteplenie-klimata>. – Дата доступа: 05.03.2012.
4. Леса и болота Сибири в глобальном цикле углерода / Е. А. Ваганов [и др.] // Сибирский экологический журн. – 2005. – № 4. – С. 631–649.
5. Методика оценки общего и годовичного депонирования углерода лесами Республики Беларусь: утв. и введ. в действие приказом М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь от 28.03.2011, № 81 / Л. Н. Рожков [и др.]. – Минск: БГТУ: ЛРУП «Белгослес», 2011. – 19 с.
6. Рожков, Л. Н. Методические подходы расчета углеродных пулов в лесах Беларуси / Л. Н. Рожков // Труды БГТУ. – 2011. – № 1: Лесное хоз-во. – С. 62–70.
7. Замолодчиков, Д. Г. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах / Д. Г. Замолодчиков // Устойчивое лесопользование. – 2011. – № 4. – С. 15–22.
8. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов / под ред. Дж. Пенман [и др.]. – М.: МГЭИК: ВМО, 2003. – 648 с.
9. Смоляк, Л. П. Болотные леса и их мелиорация / Л. П. Смоляк. – Минск: Наука и техника, 1969. – 209 с.
10. Торфяной фонд Белорусской ССР: справочник / Управление торфа и торфяного фонда М-ва сельского хоз-ва РСФСР, Ин-т торфа Академии наук БССР; редкол.: А. С. Оленин (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 1953. – XLVI. – 805 с.
11. Дашкевич, Е. А. Болотные леса Беларуси, их природно-ресурсный потенциал и основы рационального использования / Е. А. Дашкевич. – Минск: БГТУ, 2004. – 188 с.

Поступила 06.03.2012