

9. Ayala M. C. La transformación de antiguos recintos industriales // Projecte de transformació d'un antic recinte industrial. La Fabrica Nova a la ciutat de Manresa. — Barcelona: Edición de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2003.
10. <http://nasledie.18region.ru>
11. Максимова Н. Ижевск станет городом великой культуры. — <http://www.mitra.udm.ru>

Киевский национальный университет,
Украина

Поступила в редакцию
12 июля 2004 г.

УДК 504.73.062(571.54)

А. К. ТУЛОХОНОВ, С. Д. ПУНЦУКОВА, Н. А. СКУЛКИНА, Ю. А. КУЗНЕЦОВ

ВКЛАД ЛЕСОВ БУРЯТИИ В БАЛАНС СТОКА И ЭМИССИИ УГЛЕРОДА

Рассмотрены методические подходы к оценке углеродного баланса в лесных экосистемах, приведены результаты расчетов по поглощению и эмиссии углерода в лесах Республики Бурятия. Особое внимание уделено разработке лесной политики с позиций глобального потепления климата.

We examine the methodological approaches to assessing the carbon balance in forest ecosystems and present the results from calculating the carbon absorption and emission in the forests of the Republic of Buryatia. Particular attention is given to the development of the forest policy in terms of global warming.

В предотвращении глобального изменения климата, связанного с увеличением в земной атмосфере концентрации парниковых газов, в первую очередь CO_2 , огромную роль играют леса. В соответствии с принятой в 1992 г. рамочной Конвенцией ООН об изменении климата и Киотским протоколом (1997 г.) перед Россией стоит задача ежегодной инвентаризации и контроля стока и эмиссии парниковых газов во всех секторах экономики, в том числе в лесной отрасли.

В связи с этим наиболее остро ставится вопрос о совершенствовании методов учета поглощения парниковых газов, включая оценку запасов углерода в наземной и подземной биомассе лесных экосистем и величины его ежегодного депонирования. От этого зависят объективная и точная оценка полного углеродного бюджета страны и проведение национальной политики в переговорном процессе по Киотскому протоколу. Расчеты величины депонированного углерода и углеродного баланса должны вестись по методикам, научно обоснованным, но в то же время простым в исполнении.

Согласно ст. 3 Киотского протокола до 2006 г. Российская Федерация должна разработать и внедрить принципиально новую систему ежегодного мониторинга лесного фонда, обеспечивающего учет деятельности по лесовосстановлению, лесопользованию с детализированным представлением информации по всем категориям и участкам леса, вовлеченных в рубку, а также о выполненных мероприятиях по борьбе с лесными пожарами, энтомовередителями и болезнями леса. Нарботанные материалы в дальнейшем должны стать основой для региональных систем ежегодного мониторинга территории, они позволят осуществлять прогноз и предотвращать негативные тенденции в лесном фонде.

Цель данной работы заключалась в оценке объемов поглощения углерода лесами на территории Республики Бурятия (РБ) и эмиссии CO_2 в результате действия антропогенных и природных факторов, влияющих на сток углерода, в выявлении основных его особенностей, выработке рекомендаций по лесной политике с позиций глобального потепления климата, сохранения биоразнообразия.

Сток углерода обусловлен накоплением фитомассы в лесах, что особенно важно для Байкальского региона, располагающего сохранными естественными лесными массивами, которые служат «холодной ловушкой углерода».

Площади лесных земель Республики составляют 29 133,7 тыс. га, или 82,9 % всей ее территории, при этом лесной растительностью покрыто 21 995,5 тыс. га (62,6 %). Общий запас древесины составляет 2243,8 млн м^3 (2,7 % общероссийских запасов). Запас спелых и перестойных насаждений — 878,8 млн м^3 , в том числе хвойных пород — 814,5 млн м^3 .

В состав лесного фонда входят: 1) леса, находящиеся в ведении Агентства лесного хозяйства РБ (25 869,5 тыс. га, или 88,8 % общей площади лесов); 2) леса, ранее находившиеся во владении сель-

скохозяйственных организаций (1302,7 тыс. га); 3) леса заповедников и национальных парков (1901,2 тыс. га). Леса, расположенные на землях г. Улан-Удэ (18,4 тыс. га) и землях Министерства обороны (41,9 тыс. га) не входят в состав лесного фонда.

Из специфических особенностей лесной растительности Бурятии прежде всего следует отметить абсолютное преобладание хвойных насаждений (90,3 % лесопокрытой площади), главным образом лиственницы (58,7 %) и сосны (17,8 %), затем кедра (11,1 %). Из мягколиственных 6,9 % составляет береза, 2,8 % — осина.

Возрастная структура лесов региона отличается неравномерностью в распределении древостоя по группам возраста, что объясняется разнообразием природно-климатических условий, а также неравномерностью интенсивности антропогенной нагрузки на территорию. Если в центральной части региона лесопокрытая площадь на 25–50 % пройдена сплошными рубками, то значительная доля лесов северной части территории в связи с их труднодоступностью практически не подвергалась промышленному освоению. В структуре лесного фонда Бурятии в целом преобладают средневозрастные — 35,4 %, а также спелые и перестойные древостои — 32,5 %, молодняки составляют 22,8 %, приспевающие — 9,3 %.

Леса, являясь одной из важнейших составляющих биосферы, выполняют водоохранные, водорегулирующие, почвозащитные, климаторегулирующие, санитарно-гигиенические, рекреационные (культурно-эстетические) и другие средоформирующие и средообразующие функции. В Бурятии леса I группы составляют 35,4 % лесного фонда, II группы — 16,7 %, III группы — 47,9 %, причем из них 65 % — резервные, расположенные в северо-восточных труднодоступных районах.

Среди лесов I группы 13,1 % приходится на противоэрозионные леса, орехово-промысловые зоны, защитные полосы вдоль железных и автомобильных дорог и другие леса, имеющие важное значение для охраны окружающей среды; 7,9 % составляют запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных рыб, а также расположенные по берегам рек, озер и других водных объектов; 0,8 % — это леса зеленых зон поселений и хозяйственных объектов; 13,5 % — особо охраняемые природные территории (национальные природные парки, особо ценные лесные массивы).

Производительность древостоев невысока, средний класс бонитета IV. Однако в Прибайкальском лесохозяйственном районе продуктивность лесов, особенно сосновых и осиновых, существенно выше средней. Встречаются сосняки и осинники II, I и даже Ia классов бонитета.

Все леса региона являются горными, хотя произрастают они преимущественно на сравнительно пологих склонах. На склоны 16–25° приходится от 14 до 48 % лесопокрытой площади. Для преобладающих пород этот показатель находится в пределах 23–25 %. На крутых склонах (26° и выше) значительные площади занимает только кедровый стланик. К крутым склонам приурочено также 10 % кедровых и пихтовых насаждений, выполняющих противоэрозионную роль в верхней (подгольцовой) части горных хребтов.

В Республике основной лесосырьевой базой для удовлетворения потребностей в древесине продолжают оставаться леса бассейна оз. Байкал, поскольку здесь сконцентрированы наиболее ценные и продуктивные леса (87 % лесозаготовок осуществляется в этой зоне). В то же время эти леса имеют огромное значение для охраны окружающей среды.

Размер расчетной лесосеки по рубкам главного пользования составляет 6226,9 тыс. м³, в том числе по хвойному хозяйству — 5282,0 тыс. м³. Фактически по главному пользованию в 2003 г. заготовлено 608,6 тыс. м³ древесины (9,8 % от расчетной лесосеки), по промежуточному пользованию — 627,8 тыс. м³. Недоосвоение расчетной лесосеки вызвано многими причинами, в частности тем, что рубки проводятся в основном в водоохранной зоне оз. Байкал и сопряжены с большими затратами на использование щадящих технологий заготовки древесины.

Тем не менее значительные лесосырьевые запасы Республики и высокий естественный прирост древесины представляют основу для неистощительного ведения лесозаготовок. Большие площади средневозрастных и приспевающих насаждений определяют возможность проведения рубок ухода для увеличения продуктивности и улучшения породного состава древостоя, а заготовленная древесина может использоваться в качестве сырья в лесопилении и целлюлозно-картонном производстве.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА ЛЕСАМИ

Для расчета величины депонирования углерода лесами используется, как правило, конверсионно-объемный метод, как наиболее простой из существующих способов оценки фитомассы насаждений в случае ориентации на материалы Государственного учета лесов территории РФ. Оценка запасов фитомассы осуществляется на основе конверсионных коэффициентов, представляющих собой отноше-

ние фитомассы (Ph , т · га⁻¹) отдельных фракций (ствола, ветвей, корней, листвы, нижнего яруса растений) к запасу стволовой древесины (M , м³ · га⁻¹) для каждой породы и группы возраста [1, 2].

Существуют и другие методы определения запасов углерода в лесных экосистемах. В частности, имеется возможность оценки углерода на основе подеревного учета насаждений на пробных площадках [3, 4]. Осуществление этих подходов, как и прямое определение запасов углерода через фитомассу на пробных площадях, требует больших затрат и вряд ли целесообразно.

При определении запасов углерода и величины его ежегодного депонирования ключевым является определение фитомассы древесной и кустарниковой растительности, складывающейся из величин живой и мертвой фитомассы. Мертвая фитомасса (мортмасса) представляет собой текущий годовой отпад деревьев (корней, листьев, хвои), которые сразу же вовлекаются в биотическое и абиотическое окисление (гетеротрофное дыхание).

Оценка запасов углерода в лесных насаждениях производилась по уточненной модификации конверсионно-объемного метода, предложенного С. Н. Бобылевым, А. В. Стеценко, В. Н. Сидоренко и реализованного в компьютерной программе «Сосна», которая обеспечивает быстрые и малозатратные результаты [5]. Данная оценка основана на подсчете ежегодного депонирования CO₂ лесами.

В расчетах для определения мортмассы использовались коэффициенты отношения мортмассы к живой фитомассе для средней тайги и каждой древесной породы на основе данных Н. И. Базилевич [6], которые скорректированы и дополнены показателями из таблиц хода роста [7]. Такой подход обусловлен отсутствием данных о запасе сухостоя, валежника и лесной подстилки в Государственном учете лесного фонда, что снизило точность оценок прироста мортмассы.

В качестве исходной информации для расчетов использована база данных Государственного учета лесного фонда Республики Бурятия (состояние на 01.01.03 г.): распределение площади лесного фонда по категориям земель; распределение площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста.

Для лесопокрытых территорий расчет проводился по следующим формулам: при определении общей и удельной фитомассы —

$$Ph_i = M_i \cdot \sum_{j=1}^3 Ph_{ji} + S_i Ph_{4i}, \quad \left(\frac{Ph}{S} \right)_i = \frac{Ph_i}{S_i};$$

при определении общих и удельных запасов углерода —

$$C_i = M_i \cdot \sum_{j=1}^3 k_j Ph_{ji} + k_4 S_i Ph_{4i}, \quad \left(\frac{C}{S} \right)_i = \frac{C_i}{S_i};$$

при определении годового накопления удельных и общих запасов древесины —

$$\left(\frac{\Delta M}{\Delta t} \frac{1}{S} \right)_i = \left(\frac{M}{S \cdot T} \right)_i - \left(\frac{M}{S \cdot T} \right)_{i-1}, \quad \left(\frac{\Delta M}{\Delta t} \right)_i = \left(\frac{\Delta M}{\Delta t} \frac{1}{S} \right)_i \cdot S_i;$$

при определении годовых объемов депонирования углерода —

$$\left(\frac{\Delta C}{\Delta t} \right)_i = \left(\frac{\Delta M}{\Delta t} \right)_i \cdot \sum_{j=1}^3 k_j Ph_{ji},$$

где M_i — запас древесины в i -й группе возраста, м³; S_i — площадь, занимаемая i -й группой возраста, га; T_i — длительность i -й группы возраста, лет; Ph_{ji} — фитомасса j -й части растения (надземная часть = ствол + ветви, корни, листья, нижний ярус) для i -й группы возраста (конверсионные коэффициенты), т/год; $k_1 = k_2 = 0,5$ и $k_3 = k_4 = 0,45$ — коэффициенты, характеризующие процентное содержание углерода в фитомассе растений.

Выполненные расчеты показали, что запасы углерода на землях лесного фонда Республики в 2003 г. составляли 1191,30 млн т, в том числе в живой фитомассе — 870,77 млн т, в мертвой — 320,53 млн т. При этом на покрытые лесом площади приходилось 97,3 % запасов углерода (табл. 1).

Наибольшие запасы углерода сосредоточены в лиственничных лесах, поскольку именно лиственница является преобладающей в регионе породой. При рассмотрении удельных запасов углерода оказалось, что наибольшие его значения отмечены для кедра — 88,2 т/га, наименьшие для березы — 35,6 т/га и кустарников — 24,1 т/га. Очевидно, что дифференциация этого показателя определяется рядом условий, в том числе классом бонитета и возрастной структурой древостоев каждой породы.

Чем выше удельный вес более старших возрастных групп, тем больше запас древесины на гектар и, следовательно, больше запас углерода, поскольку именно в таких древостоях сосредоточены основные запасы фитомассы. Так, площадь молодняков кедра составляет 13 %, березы — около 30 %.

Таблица 1

**Распределение запасов и величины годового депонирования углерода
по категориям земель лесного фонда и породам**

Порода, категория земель	Запасы углерода			Депонирование углерода		
	млн т	%	т/га	млн т	%	т/га
Хвойные, всего	1008,37	84,6	64,2	10,25	82,0	0,65
сосна	186,86	15,7	60,5	3,60	28,8	1,16
ель	9,83	0,8	57,9	0,08	0,6	0,48
пихта	21,81	1,8	65,9	0,32	2,6	0,97
лиственница	617,29	51,8	60,7	4,38	35,0	0,43
кедр	172,58	14,5	88,2	1,87	15,0	0,96
Мягколиственные, всего	68,68	5,8	40,2	1,15	9,2	0,67
береза	43,03	3,6	35,6	0,74	5,9	0,61
осина	25,01	2,1	51,4	0,40	3,2	0,82
тополь	0,48	0,04	58,6	0,0	0,0	0,28
ива древовидная	0,16	0,01	41,0	0,0	0,0	0,62
Кустарники	81,74	6,9	24,1	0,90	7,2	0,26
Покрытые лесом земли	1158,79	97,3	55,7	12,30	98,4	0,59
Не покрытые лесом земли	11,52	0,9	11,7	0,20	1,6	0,20
Лесные земли, всего	1170,31	98,2	53,7	12,50	100,0	0,57
Нелесные земли	20,99	1,8	3,4	—	—	—
Лесной фонд, всего...	1191,30	100,0	42,7	—	—	—

Соответственно и средние запасы древесины кедра составляют 170,8 м³/га, причем это самый высокий показатель по региону. У березы и кустарников этот показатель самый низкий — в среднем 65,0 и 26,7 м³/га соответственно.

Годовое депонирование углерода по лесному фонду Республики составляет 12,5 млн т, из них 12,3 млн т (98,4 %) приходится на покрытые лесом земли (см. табл. 1). Наибольший вклад в эту величину вносят лиственница (35,0 %) и сосна (28,8 %). При рассмотрении же удельных значений депонированного углерода выявлено, что в целом по лесному фонду на гектар покрытой лесом площади его приходится 0,59 т. Наибольшие значения приходятся на сосну (1,16 т/га), пихту (0,97 т/га), кедр (0,96 т/га), осину (0,82 т/га), наименьшее — на тополь (0,28 т/га).

Многочисленные исследования роли лесов бореальной зоны в глобальном цикле углерода свидетельствуют о прямой зависимости его депонирования от производительности насаждений, выражающейся показателем прироста. У сосны и осины средний прирост в расчете на лесопокрытую площадь составляет 1,0 и 1,1 м³/га соответственно, а у ели — 0,2 м³/га. Такая существенная дифференциация связана опять же с возрастной структурой насаждений.

По оценкам специалистов наиболее высокопроизводительными считаются средневозрастные древостои всех пород, где отмечается максимум прироста древесины, а значит — и фитомассы как аккумулятора углерода. В насаждениях этой возрастной группы соотношение между фотосинтезом и эмиссией углерода в атмосферу наиболее благоприятно для положительного баланса между поглощением и выделением углекислого газа [8]. Сказанное объясняет существующее положение вещей. Для сосны такая ситуация очевидна, поскольку почти половину запаса составляют средневозрастные леса — 45,8 %, 12,9 % — молодняки, а спелые и перестойные, у которых отсутствует прирост и которые фактически не депонируют углерод, составляют 30 %. У ели 74 % запаса составляют спелые и перестойные, средневозрастные — 15 %.

При определении «углеродной полезности» важное значение имеет величина используемых в расчетах коэффициентов отношения фитомассы фракций к запасам стволовой древесины. Выше отмечалось, что они дифференцированы по породам и возрастам. В среднем максимальные значения коэффициентов имеют такие породы, как сосна и береза. Однако для более обоснованных выводов необходимо учитывать возрастную структуру. По возрастным группам эти коэффициенты для разных пород имеют различное соотношение. Для лиственных пород максимальные значения коэффициента характерны для молодняков, минимальные — для приспевающих. У хвойных пород такие соотношения различны. Максимальные значения чаще соответствуют молоднякам (сосна, ель, пихта), минимальные — средневозрастным (сосна, ель, лиственница) или приспевающим (кедр, пихта).

МЕТОДИКА РАСЧЕТА УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Расчет баланса углерода в лесных экосистемах проводился по формуле

$$УБ(С) = \Delta C - [Д(С) + ЛП(С) + ВЛ(С) + Од(С) + Др(С)],$$

где УБ(С) — баланс углерода в лесах; ΔC — годовое депонирование углерода лесами; Д(С) — эмиссия углерода при вывозе древесины, заготовленной в результате рубок главного пользования, рубок ухода; ЛП(С) — эмиссия углерода при горении древесины и подстилки во время лесных пожаров; ВЛ(С) — эмиссия углерода фитомассы в очагах энтомофитовредителей и болезней леса; Од(С) — эмиссия углерода при сжигании и окислении древесных отходов и потерь на лесосеках, лесовозных дорогах, верхних и нижних складах; Др(С) — эмиссия углерода при сжигании дров, заготовленных в лесу сельским населением.

Для расчета баланса углерода такие показатели, как объемы древесины, заготовленной в результате рубок главного пользования, рубок ухода или уничтоженной лесными пожарами, энтомофитовредителями и болезнями леса, взяты из ежегодных отчетов Агентства лесного хозяйства, филиала ФГУ «Центр защиты леса» и Госкомстата Республики Бурятия (табл. 2).

Основными причинами негативных изменений лесистости, крупных потерь в хвойных лесах являются пожары и рубки. Так, по учету лесного фонда на 01.01.2003 г. площади погибших древостоев от лесных пожаров составили 1,3 % общей площади лесных земель, что в 3,4 раза превышает площадь вырубок. При этом наибольший ущерб лесной экосистеме наносят верховые пожары.

Динамика объемов заготовок древесины по главному пользованию свидетельствует об их спаде с 3,76 млн м³ в 1990 г. до 401,3 тыс. м³ в 1998 г. и некотором подъеме с 1999 г. в связи с начавшимся оживлением экономики (с 632,4 до 808 тыс. м³ в 2002 г.). Объемы заготовок древесины по рубкам промежуточного пользования за эти годы остались практически на одном уровне — в среднем вырубается по 500–600 тыс. м³ в год.

Рубки главного пользования, масштабы которых сократились за последние 14 лет в 4–5 раз, существенно не отразились на общем состоянии лесного покрова РБ, так как площадь, на которой они проводились, относительно мала и не сопоставима с неосвоенными массивами. Однако на локальном уровне после проведения рубок главного пользования экологическая ситуация на лесосеке далека от оптимальной.

Объемы древесных отходов и потерь на лесосеках, лесовозных дорогах, верхних и нижних складах определены приблизительно, в размере 30 % от суммарной заготовленной древесины.

При расчете эмиссии углерода от заготовок древесины мы допускаем, что 50 % ежегодно заготовленной древесины окисляется и превращается в CO₂. На самом деле продукция лесозаготовок идет на производство пиломатериалов и других изделий, которые имеют различный срок службы. Поэтому можно говорить лишь о потенциальных возможностях превращения древесины в углерод и рассматривать ее в качестве резервуара углерода.

Эмиссию углерода от лесных пожаров также можно рассматривать с двух точек зрения: во-первых, как быстрый выброс углерода и других парниковых газов при горении древесины, во-вторых, как медленную эмиссию углерода при разложении отпада на горячих, продолжающуюся несколько лет. При расчете мы исходили из того, что климатические условия и состав горючих и негорючих материалов способствуют быстрому выбросу углерода в атмосферу в результате лесных пожаров.

Таблица 2

Динамика объемов заготовки древесины в результате рубок и объемов ее потерь, связанных с пожарами, болезнями деревьев и энтомофитовредителями

Год	Рубки главного пользования		Рубки ухода		Всего		Лесные пожары*		Болезни и энтомофитовредители**	
	S, тыс. га	V, т · м ³	S, тыс. га	V, т · м ³	S, тыс. га	V, т · м ³	S, тыс. га	V, т · м ³	S, тыс. га	V, т · м ³
1990	36,5	3757,1	28,7	664,0	65,2	4421,1	78,9	1330,5	—	—
1995	8,2	1089,0	13,2	574,2	21,4	1663,2	4,4	31,8	—	—
2000	8,5	744,6	12,9	519,0	21,4	1263,6	122,9	2751,3	0,15	27,0
2001	7,6	773,1	11,8	447,3	19,4	1220,4	12,4	315,6	0,024	2,8
2002	8,1	808,0	16,8	633,6	24,9	1441,6	18,3	346,4	0,34	61,9
2003	6,3	608,6	18,5	627,8	24,8	1236,4	207,9	7120,5	0,13	22,4

* В целом все виды (верховые и низовые).

** Учтены только площади и масса погибших от энтомофитовредителей насаждений.

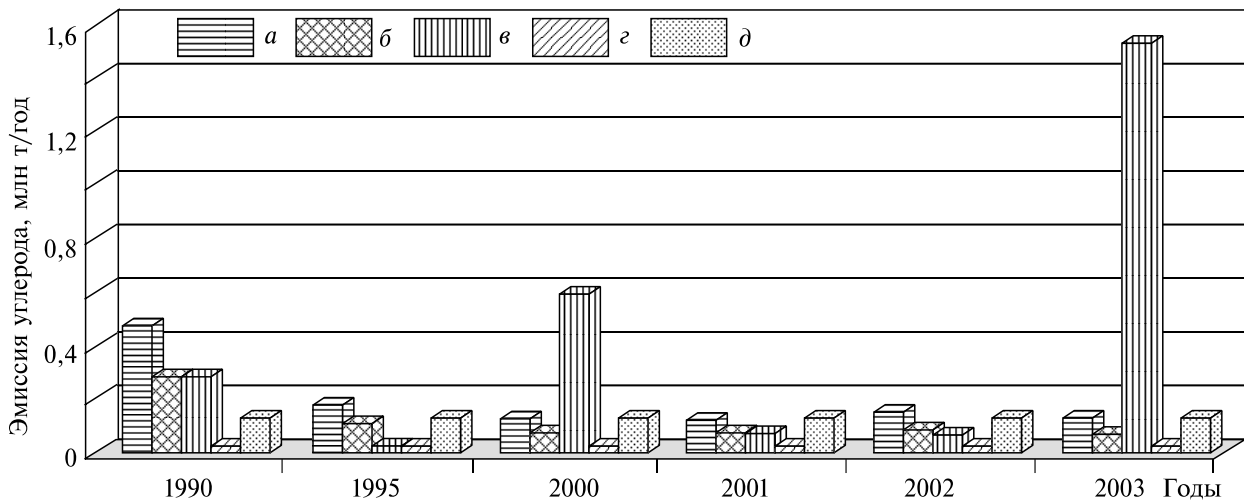


Рис. 1. Динамика эмиссии углерода в лесном хозяйстве Бурятии.

а — рубки главного пользования и рубки ухода; б — древесные отходы; в — лесные пожары; г — энтомовредители и болезни леса; д — сжигание дров (отопление).

Расчет объемов эмиссии углерода от сжигания дров, заготовленных в лесу сельским населением, производился исходя из норматива — 1,5 м³ древесины на одного человека в год (экспертные оценки). По статистическим данным в Республике Бурятия на 01.01.1989 г. проживало 397,9 тыс. чел. сельского населения, на 01.01.2002 г. — 396,3 тыс. чел.

По нашим расчетам, суммарная эмиссия углерода в лесах Бурятии в 2003 г. составила 1871,7 тыс. т (рис. 1). Величины его ежегодных выбросов колеблются по годам: самый благополучный — 1995 г., неблагоприятный — 2003 г. Эти колебания связаны в основном с лесными пожарами. Вклад источников эмиссии углерода по годам распределился следующим образом: 1) резкое сокращение объемов рубок главного пользования способствовало снижению эмиссии углерода от 474,2 тыс. т С в 1990 г. до 132,6 тыс. т С в 2003 г.; 2) по лесным пожарам картина неоднозначна — высокая горимость лесов в 2000 г. и 2003 г. значительно увеличила эмиссию углерода от 6,8 тыс. т С в 1995 г. (самый низкий показатель за анализируемый период) до 1527,2 тыс. т С в 2003 г.; 3) недостаток информации по энтомовредителям и болезням леса не позволяет дать объективную оценку, но полученная информация подтверждает, что данный фактор незначительно влияет на структуру углеродного баланса; 4) «стабильно» лишь сжигание дров сельским населением — примерно 127 тыс. т С в год.

Углеродный баланс в лесных экосистемах Бурятии по состоянию на 1990, 1995, 2000 и 2003 годы положительный, он составил соответственно +9,39 млн т С, +10,7 млн т С, +10,96 млн т С, +10,63 млн т С (рис. 2). Эти данные свидетельствуют о большом потенциале лесов в поглощении и депонировании углерода и значительных резервах по дополнительному изъятию его из атмосферы. На углеродный баланс большое влияние оказывают формы ведения лесного хозяйства. Лесохозяйственная деятельность позволяет увеличивать запас углерода в лесах и сохранять его в лесных продуктах длительного пользования. Наиболее эффективным признается плантационное хозяйство с коротким оборотом рубок.

Считается, что сплошные рубки приводят к уменьшению покрытой лесом площади и эмиссии углерода в атмосферу. Рубки же промежуточного пользования способны изменить интенсивность накопления и общие запасы углерода в лесных фитоценозах. Наиболее приемлемыми с точки зрения депонирования углерода лесными насаждениями являются рубки слабой интенсивности изреживания. Правильно выполненные рубки ухода не

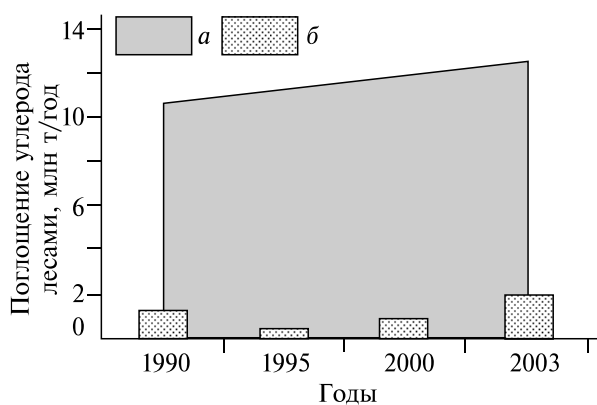


Рис. 2. Годовое депонирование (а) и эмиссия (б) углерода в лесах Бурятии.

вызывают снижения прироста древесины, и потери на отпаде значительно уменьшаются (по опытным данным от 20 до 40 %). Следовательно, после рубок ухода сохраняется темп накопления углерода. Кроме того, положительное влияние рубок ухода проявляется в получении крупномерной древесины в спелом возрасте, улучшении состава древостоев и т. д.

Основными мероприятиями по ограничению и сокращению эмиссии CO₂, а также увеличению поглощения парниковых газов являются восстановление лесных насаждений, борьба с лесными пожарами, энтомовредителями и болезнями леса, совершенствование техники и технологий заготовки и комплексной переработки древесины, более полное использование отходов древесины. Вся эта деятельность выполняется в рамках ряда федеральных и региональных природоохранных целевых программ.

В рамках федеральной целевой программы «Леса России» (1997–2000 гг.) мероприятия по лесовосстановлению и вводу молодняков в категорию ценных лесных насаждений в Республике Бурятия были перевыполнены. Доля искусственных лесов в общей площади лесовосстановительных работ возросла с 10,8 до 12,1 %. В результате выполнения программных мероприятий произошло увеличение лесопокрытой площади земель лесного фонда на 50 тыс. га, при этом дополнительно депонировано 750 тыс. т углерода.

Основные задачи республиканской целевой программы «Леса Республики Бурятия. 2004–2008 гг.», разработанной в рамках реализации федеральной целевой программы «Экология и природные ресурсы России (2002–2010 годы)»: воспроизводство ресурсного потенциала лесов, повышение их продуктивности и качества, использование результатов селекционно-генетической работы в лесном семеноводстве; современное назначение и проведение лесозащитных мероприятий; обеспечение оперативного обнаружения и тушения лесных пожаров, материально-техническое оснащение лесопожарных служб, проведение профилактических противопожарных мероприятий; обеспечение экологически безопасного лесопользования и развитие производств по глубокой переработке древесины.

Для реализации всех намеченных мероприятий необходимо: ежегодно увеличивать покрытые лесом площади на 32,4 тыс. га; организовать посадку лесных культур на 3 тыс. га; содействовать естественному возобновлению леса на 19,4 тыс. га; проводить рубки ухода за молодняками на 6,5 тыс. га; создать противопожарные барьеры, построить и отремонтировать противопожарные дороги общей протяженностью 48 тыс. км; организовать и построить пожарно-химические станции.

Одним из важнейших мероприятий по увеличению стока углерода в лесах является своевременное восстановление не покрытых лесом земель лесного фонда и не входящих в лесной фонд лесов, сгоревших и вырубленных, а также восстановление ценных пород хвойных деревьев. Общий объем лесовосстановления, определенный проектами организации и развития лесного хозяйства РБ по лесному фонду, составляет 25,1 тыс. га, в том числе для производства лесных культур — 3,2 тыс. га. Из 20 тыс. га, запроектированных по программе «Содействие естественному возобновлению», на 85 % площадей будет осуществляться такое мероприятие, как сохранение подроста при сплошных рубках леса. С целью повышения продуктивности, качества и устойчивости создаваемых лесных насаждений и сохранения генетического фонда основных лесобразующих пород будут продолжаться работы по созданию единой селекционно-генетической базы.

Существенную роль в увеличении депонирования углерода лесами играют меры по охране леса от пожаров, борьба с энтомовредителями и болезнями деревьев. Так, предусмотрено создание системы противопожарных барьеров, минерализованных полос в целях предупреждения бесконтрольного распространения огня в лесу, снижения скорости возможных пожаров, быстрой и эффективной их ликвидации. Поскольку в последние годы резко снизились темпы строительства и ремонта дорог противопожарного назначения, в дальнейшем предусматривается постепенное увеличение объемов таких работ с привлечением к их выполнению лесо- и недропользователей. При этом особенно важна незамедлительная организация системы пожарно-химических станций и региональных центров по борьбе с лесными пожарами. Основными направлениями по борьбе с энтомовредителями и болезнями являются организация и ведение лесопатологического мониторинга путем поэтапного создания его опорной сети, проведение истребительных мер против хвое- и листогрызущих насекомых.

Для сохранения средообразующих и защитных лесных экосистем Байкальского региона необходимо, во-первых, широко внедрять в производство маневренную, преимущественно колесную, шадящую лесную среду технику, обеспечивающую сортиментную заготовку древесины, а также использовать канатную трелевку на склонах выше 15°, где работа колесной техники затруднена. Это позволит максимально сохранить лесной подрост на лесосеке, снизить потери древесины и увеличить объемы ее заготовки при рубках ухода. Во-вторых, в связи с увеличением объемов рубок промежуточного пользования, значительными объемами отходов лесозаготовки в деревообрабатывающей промышленности проектируется внедрение технологий глубокой переработки древесины, что будет способствовать комплексному и более полному лесопользованию.

Реализация перечисленных мер позволит внести существенный вклад в снижение эмиссии и увеличение стока CO₂ в лесах и тем самым в значительной степени будет способствовать устойчивому развитию лесного сектора Республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уткин А. И., Замолодчиков Д. Г., Гульбе Т. А. и др. Определение запасов углерода по таксационным показателям древостоев: метод поучастковой аллометрии // Лесоведение. — 1998. — № 2.
2. Замолодчиков Д. Г., Уткин А. И., Коровин Г. Н. Определение запасов углерода по зависимым от возраста насаждений конверсионно-объемным коэффициентам // Лесоведение. — 1998. — № 3.
3. Уткин А. И., Замолодчиков Д. Г., Коровин Г. Н. и др. Определение запасов углерода насаждений на пробных площадях: сравнение аллометрического и конверсионно-объемного методов // Лесоведение. — 1997. — № 5.
4. Hamburg S. P., Zamolodchikov D. G., Korovin G. N. et al. Estimating the carbon content of Russian forests; a comparison of phytomass/volume and allometric projections // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. — 1997. — Vol. 2, № 2–3.
5. Бобылев С. Н., Медведева О. Е., Сидоренко В. Н. и др. Экономическая оценка биоразнообразия // Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия». — М.: ЦПРП, 1999.
6. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. — М.: Наука, 1993.
7. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / Под ред. В. В. Загребова. — М., 1992.
8. Кобак К. И., Кукуев Ю. А., Трейфельд Р. Ф. Роль лесов в изменении содержания углерода в атмосфере (на примере Ленинградской области) // Лесн. хоз-во. — 2001. — № 2.

Байкальский институт природопользования
СО РАН, Улан-Удэ

Поступила в редакцию
28 июня 2005 г.

УДК 574.635:579.68(282.256.0)

Е. С. ЯЦЕНКО, В. П. ВАСИЛЬЕВ

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЕКИ ОБИ В РАЙОНЕ ГОРОДА БАРНАУЛА

Дана характеристика состояния р. Оби на основании химического состава воды. Установлены влияние сточных сбросов предприятий города на минерализацию воды, содержание взвешенных веществ, нитратов и нитритов, жесткость, щелочность, окисляемость, БПК. Отмечено, что ни один из рассматриваемых показателей не превышает предельно допустимой концентрации.

A characterization of the state of the Ob river is given, based on chemical composition of water. It is found that effluents from the city's enterprises influence the mineralization of water, content of suspended matter, nitrates and nitrites, hardness, alkalinity, and oxidation susceptibility, and biological oxygen demand (BOD). It is further pointed out that no one of the indices under consideration exceeds maximum allowable concentration.

Современные экологические проблемы речных бассейнов возникли по мере развития цивилизации как следствие антропогенного воздействия на природу. Беспрецедентная в истории глобальная актуальность комплексного решения этих проблем на рубеже тысячелетий обусловлена, с одной стороны, осознанием мировым сообществом закономерной зависимости масштабов экологических катастроф от интенсивности антропогенной нагрузки на речные системы, с другой — насущной необходимостью конкретных действий, направленных на ее снижение и предотвращение деградации рек [1].

Барнаул — один из крупных, промышленно развитых городов Сибири. По данным Алтайского комитета государственной статистики динамика темпов роста объемов производства в промышленности Алтайского края с 1993 по 2002 г. существенно изменялась. Так, в 1998 г. наблюдался наибольший спад производства по сравнению с 1993 г., а с 1999 г. отмечался его подъем, и к 2002 г. уровень

© 2006 Яценко Е. С., Васильев В. П.