

жи в печных дымоходах. Древесный уголь из осиновой древесины малоценный, зола же пригодна для получения поташа и используется при производстве стекла и для отбелики тканей. Осинная кора содержит немного дубильных веществ и до 10 % дегтя, отличающегося повышенной вязкостью и неразъедающего кож. Из коры и молодых листьев можно получать желтую краску. Молодые побеги с почками и кора молодых осин служат зимним кормом для копытных зверей и зайцев. Высушенные облиственные молодые побеги – хороший веточный корм для мелкого и крупного рогатого скота. Сушка осиновых веток незатруднительна: они хорошо высушаются, не чернея, даже в больших куках и вязанках.

Осина – важная порода для лесного хозяйства и лесомелиорации. Она является пионерной породой при облесении вырубок, пустырей и гарей, для степного лесоразведения и укрепления оврагов. Восстановление хвойных лесов на Дальнем Востоке очень часто идет через смену пород. И этой породой является осина. Более того, Б.А. Ивашкевич считал, что такие переходы в природе закономерны и необходимы, поскольку каждая древесная порода после длительного существования в одних и тех же условиях оставляет такие биологические "следы", которые мало благоприятны для дальнейшего существования именно этой породы.

И.С. Мелехов указывал, что смена пород и эволюция среды неотделимы друг от друга. На смену ели лиственными породами он смотрел как на средство улучшения почвы, борьбы с заболачиванием и с подавлением травянистой растительности, естественного восстановления еловых насаждений. Естественный процесс восстановления лесосек в хвойных лесах через березняки и осинники П.С. Погребняк предлагал использовать как один из путей улучшения лесорастительных свойств почв в дерново-подзолистой зоне. Он признавал, что поселяющееся под пологом осинников новое поколение

хвойного леса найдет почву с улучшенными лесорастительными свойствами и после удаления лиственного яруса даст насаждение более высокой продуктивности.

Положительную роль смены хвойных пород на вырубках осинниками отмечали в последующем многие ученые исследователи. По их высказываниям можно сделать общее заключение.

Смена хвойных пород на вырубках лиственными является качественно новым этапом в развитии леса и в определенных лесорастительных условиях ее следует рассматривать как биологически целесообразный и закономерный лесообразовательный процесс. Роль лесоводов в этом процессе не следует сводить к борьбе с ним, а направленно регулировать его лесоводственными приемами в целях максимального использования полезных особенностей породосмены и сводить до минимума нежелательные последствия этого процесса.

Библиографический список

1. Цыпек А.А. Лиственные породы Дальнего Востока, пути их использования и воспроизводства. – Хабаровск: 1956. – 326 с.
2. Леса Дальнего Востока. – М.: Лесн. Промышленность, 1969. – 389 с.
3. Усенко В.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока: справочная книга / авт. вступ.ст. С.Д. Шлотгауэр. – 3-е изд., перераб. и доп. – Хабаровск: Издательский дом «Приамурские ведомости», 2009. – 272 с.
4. Михайлов Л.Е. Осина. – М.: 1985. – 158 с.
5. Леса и лесное хозяйство Хабаровского края / А.К. Данилин, В.Т. Чумин и др. / Под ред. А.К. Данилина. – Хабаровск: 2000. – 416 с.
6. Стороженко В.Г., Михайлов Л.Е., Багаев С.Н. Ведение хозяйств в осинниках. – М.: 1987. – 230 с.
7. Справочник для таксации лесов Дальнего Востока. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1990. – 526 с.

УДК 630*453

ДЕПОНИРОВАНИЕ И ЭМИССИЯ УГЛЕРОДА НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*А.В. Пугачевский, кандидат биологических наук,

**В.Ф. Багинский, доктор сельскохозяйственных наук,

* Жданович С.М.,

*М.В. Ермохин, кандидат биологических наук,

***О.В. Лапицкая, кандидат экономических наук

*Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск

** Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель

***Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, г. Гомель

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность оценки депонирования и эмиссии углерода очевидна и общеизвестна. Поэто-

му его обоснование можно опустить. Огромное количество работ, опубликованных по проблеме, составляет обширную библиографию. В странах СНГ наибольшее внимание названным

вопросом уделено в России, где сложились целые научные школы [1, 8, 14, 20, 21, 22, 23, 25, 26].

В настоящее время знание запасов и темпов депонирования углерода приобретает новое значение. Кроме общеупотребительного применения как одного из решающих факторов регулирования составляющих атмосферы и климата, этот показатель стал значим для регламентирования хозяйственной деятельности. Так, для определения возрастов и оборотов рубки в Беларуси разработаны экологические и эколого-экономические спелости леса [10, 12]. Экологические спелости основываются на высокой корреляционной зависимости (0,85-0,97) между объемом депонирования CO_2 и всеми остальными экологическими полезностями леса: водоохранными, почвозащитными, санитарно-гигиеническими [12]. Это еще больше повышает требования к точности определения депонирования углерода.

Для Беларуси наиболее актуально установление стока и эмиссии углерода в лесном фонде. В Республике Беларусь к лесному фонду относятся все леса, т.е. покрытые лесом земли. Сюда же принадлежат лесные земли, т.е. предназначенные для выращивания леса, на которых лес может временно не произрастать, и в этом случае их именуют землями, не покрытыми лесом. Нелесные земли в лесном фонде представлены теми из них, которые не предназначены для выращивания леса, но необходимы для ведения лесного хозяйства или переданы под его юрисдикцию в силу территориального расположения и по другим причинам: болота, воды, сельхозугодья и т.д. [13].

В Беларуси земли лесного фонда занимают 9,4 млн. га или 45,3 % всей территории страны. Земли, покрытые лесом, расположены на 7,9 млн. га, т.е. составляют около 38 % территории Беларуси. Приведенные данные соответствуют материалам Государственного учета лесов, проводимого 1 раз в 5 лет – на первый и шестой год десятилетия [5]. Следующий учет будет по состоянию на 01.01.2011 года, и его данные появятся в печати к середине или к концу 2011 года. После 2006 года публиковались уточненные данные по учету лесного фонда [11], но они отражают лишь сведения о лесах, подведомственных Министерству лесного хозяйства, которые составляют менее 80 % всех лесов. Поэтому для выполнения настоящей работы использованы материалы, приведенные в [5].

Оценку депонирования углерода в Беларуси проводили разные авторы [3, 6, 7, 17 и др.]. Их данные различаются, что связано как с особенностями методического подхода, так и с изменениями запаса древесины в лесном фонде с течением времени. Депонирование углерода в мертвой древесине, подстилке, почвах и боло-

тами ранее было освещено недостаточно. Последние показатели были изучены и опубликованы в [6, 7]. Они использованы при выполнении настоящей работы.

Данные по эмиссии и стокам углерода в Республике Беларусь в международных публикациях отражены недостаточно. Иногда это делалось зарубежными авторами на белорусском материале [23]. В силу изложенного настоящая работа устраняет имеющийся пробел и является актуальной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка запасов углерода может быть проведена разными методами: по пробным площадям или по данным о запасах и приростах древесины и фитомассы по учетам лесного фонда [20, 21, 26]. Использование данных учета лесного фонда позволяет получить результаты быстрее и с наименьшими затратами, а точность этого метода часто бывает даже выше, чем экстраполяция материалов пробных площадей за пределы исследованных пород, классов бонитета, возраста и полноты [21]. Поэтому для расчетов запаса углерода в древесине и фитомассе насаждений применили методику, неоднократно апробированную другими авторами [21, 26], т.е. использовали материалы учета лесного фонда [5].

Количество углерода в наличном запасе и приросте определили с помощью конверсионных коэффициентов. Последние рассчитываются достаточно просто, зная химическую формулу основного компонента древесины – целлюлозы. Кроме целлюлозы в состав древесины входит лигнин [24]. Он проявляется в легкой древесине в виде ванилина, а в твердой как сиреневый альдегид и ванилин. Доля углерода в лигнине почти не отличается от его количества в целлюлозе. Многочисленными исследователями установлено, что с учетом различных компонентов древесины доля углерода в ней близка к 50 % [9, 21]. Этот показатель использован в настоящей работе. Запасы мертвой древесины, наличие углерода в подстилке получены опытным путем, а также с помощью литературных источников [3, 6, 7, 10].

Динамика накопления углерода, что необходимо для решения организационно-технических вопросов ведения хозяйства, в частности, установления экологической спелости, изучена, учтя практически функциональную связь депонирования CO_2 с текущим и средним приростом древостоя. Последние данные приведены в нормативном справочнике для Беларуси [15] и в более поздних результатах исследований [3, 4, 10].

Заметим, что для сенокосов, дорог, пашень и т.п. расчеты не проводились в силу того, что в этих угодьях баланс стока и эмиссии углерода

близок к нулю. Продукция сенокосов и пашень используется (утилизируется) в течении одного года, и депонированный углерод уходит обратно в атмосферу.

Оценка запасов органического вещества в почвах на территории лесного фонда Беларуси сделана на основе литературных источников из сопредельных регионов [1, 16, 18, 25], а также учета лесного фонда [5]. Запасы органического вещества и углерода в лесных почвах определялись для горизонта 0-50 см – именно в этом слое наиболее активно протекают процессы почвообразования. При отсутствии данных о содержании углерода в почве определялось содержание гумуса, которое затем пересчитывалось в содержание углерода. Коэффициент перехода от гумуса к углероду принят по [2] равным 0,579. Типы почв тесно увязаны с типами леса [3, 5, 10, 15]. Для каждого типа леса [27] определен наиболее распространенный тип почв, для которых и проведен расчет содержания углерода, используя подходы, описанные в [1, 16, 18].

Применение методических подходов для оценки накопления углерода, апробированных ранее многими учеными [21,26], позволило обеспечить приемлемую точность его определения в статике и динамике. Данные по эмиссиям и стоку CO₂ в болотах страны приведены по материалам Национальных сообщений в соответствии с обязательствами Республики Беларусь по рамочной конвенции ООН об изменении климата.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Запас углерода в столовой древесине и нижних ярусах растительности.

Основным стоком CO₂ на территории страны является его накопление в биомассе лесов, а также на землях, не покрытых лесом. Эти не покрытые лесом площади важны с точки зрения мер по лесовосстановлению и консервации углерода, поскольку представляют собой потенциальные резервуары его стока из атмосферы. Исключительно важные биосферные функции выполняют и болота, составляющие значительную долю (542,0 тыс. га или 5,8 %) в составе государственного лесного фонда (ГЛФ) [5].

Общий запас стволовой древесины в лесах Беларуси оценивается в 1,54 млрд. м³, в том числе запас спелых и перестойных древостоев составляет 189 млн. м³ (или 12,3 % общего запаса лесов), из которых на долю хвойных (сосны обыкновенной и ели европейской) приходится 87,7 млн. м³, т.е. 45,9 % запаса спелых лесов.

Наибольшие запасы углерода содержатся в фитомассе средневозрастных и приспевающих древостоев – 262 и 136 млн. т) (таблица 1). Средний запас углерода в фитомассе древостоев и нижних ярусов растительности на 1 га составляет 62,7 т/га. Наибольший средний запас углерода в приспевающих (83,8 т/га) и спелых насаждениях (80,5 т/га). В нижних ярусах растительности содержится в среднем около 2,0 % запасов углерода от общего его запаса в фитомассе лесной растительности.

Таблица 1 – Общий запас углерода в фитомассе лесных земель лесного фонда (на 1.01.2009)

Категория лесных земель лесного фонда	Запас углерода, млн. тонн			
	всего	в древостое	в нижних ярусах	не покрытые лесом земли
Покрытые лесом земли, в том числе:	508,6	498,7	9,9	-
молодняки	46,4	45,1	1,3	-
средневозрастные	261,6	259,3	2,3	-
приспевающие	135,7	131,7	4,0	-
спелые и перестойные	64,9	62,6	2,3	-
Несомкнувшиеся культуры	4,4	-	-	4,4
Питомники, плантации	<0,1	-	-	<0,1
Погибшие насаждения	0,2	-	-	0,2
Вырубки	2,4	-	-	2,4
Проголины	0,3	-	-	0,3
Итого	515,9	498,7	9,9	7,3

Не покрытые лесом лесные земли занимают около 3,5 % от площади лесного фонда и в настоящее время содержат около 7,3 млн. т углерода. Именно они в ближайшем будущем станут важным источником депонирования углерода в лесной растительности.

Текущее изменение запаса лесов складывается из формирующегося в процессе фотосинтеза

за прироста за вычетом размеров отпада в результате рубок всех видов и гибели деревьев от различных причин [3, 4, 15, 19].

По оценке В.Ф.Багинского [0, 4, 10, 15], текущий (ежегодный) прирост стволовой древесины составляет в среднем 6,3 м³ на 1 га покрытых лесом земель. В то же время, средний отпад равняется 1,8 м³/га в год, т.е. среднее текущее

изменение запаса составляет $4,5 \text{ м}^3$ на гектаре. Среднее текущее изменение запаса составляет $3,8 \text{ м}^3$ на гектар [5, 10]. Ежегодный текущий прирост в лесах республики составляет 34-36 млн. м^3 древесины, что приводит к ежегодному стоку около 13 млн. т углерода.

Содержание и изменение запаса углерода в мёртвой древесине

Темпы накопления углерода в мёртвой древесине максимальны в молодняках второго класса возраста (до 400 кг/га) и частично в

средневозрастных насаждениях (рисунок 1). В приспевающих насаждениях разность между депонированием и эмиссией углерода приближается к нулю, а в спелых и перестойных насаждениях баланс углерода в мёртвой древесине может быть отрицательным, т.е. эмиссия углерода превышает его накопление. По мере дальнейшего развития древостоев и формирования структуры насаждений, близкой к климаксовой, величина годичного отпада постепенно стабилизируется и уравнивается величиной эмиссии CO_2 в результате разложения мёртвой древесины.

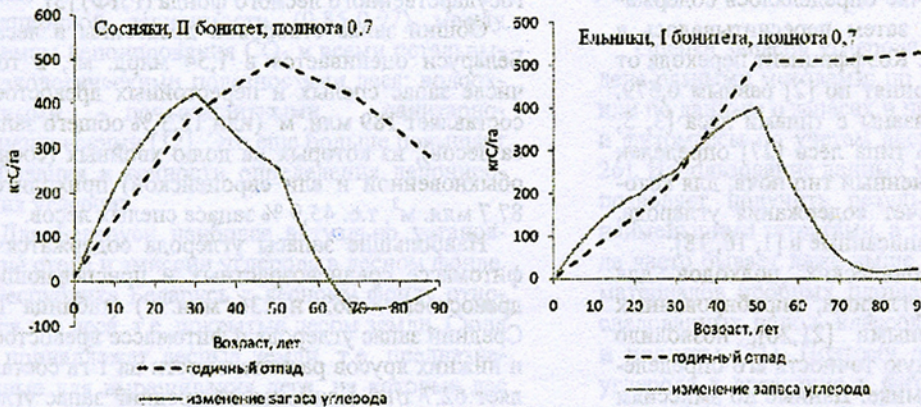


Рисунок 1 – Динамика изменений запасов углерода в мёртвой древесине и годичного отпада в процессе роста модальных древостоев сосны и ели

На основании выполненных расчетов с использованием таблиц хода роста [3, 15], данных по скорости разложения древесного отпада [6], сведений по распределению покрытых лесом земель по группам возраста и породам [5] получен запас углерода в мертвой древесине на покрытых лесом землях (таблица 2). Общие запасы

углерода в мёртвой древесине в лесах Беларуси составляют 45 млн. т, что составляет около 10 % от запаса углерода в живой части древостоев.

В 2008 году по сравнению с 2007 годом годичное депонирование углерода в валежной древесине уменьшилось в целом по стране на

Таблица 2 – Фактические запасы углерода в резервуаре мёртвой древесины на лесных землях

Категория земель	Запас углерода, млн. т	
	2007 г.	2008 г.
Земли, покрытые лесом		
Молодняки	4,6	4,5
Средневозрастные	22,3	22,1
Приспевающие	10,3	10,6
Спелые и перестойные	4,2	4,5
Итого	41,4	41,7
Земли, не покрытые лесом		
Гари, погибшие насаждения	0,4	0,4
Вырубки	3,6	3,5
Итого	4	3,9
Всего	45,4	45,6

0,84 %, что связано с уменьшением площадей молодняков и средневозрастных насаждений, и увеличением площадей, занятых приспевающими и спелыми древостоями.

Запас углерода в подстилке лесных земель

Существующие данные по скорости накопления и разложения подстилки на лесных зем-

лях как в Беларуси, так и в соседних государствах сильно ограничены и представлены малочисленными результатами исследований по отдельным древесным породам, типам леса, в различных природно-климатических зонах.

Имеющиеся литературные данные по запасам углерода в подстилке лесных земель для Европейской части средней полосы России [1, 25] и данные учета лесного фонда [5] позволили рассчитать запас углерода в подстилке для лесных земель лесного фонда РБ (таблица 3).

Рассчитанный запас углерода в лесной подстилке достигает 118 млн. т, что составляет около 24 % от запаса углерода в живой части древостоев.

Запас углерода в лесных почвах

Наименьшее количество углерода содержится в бедных дерново-подзолистых песчаных почвах (22 т/га), на которых формируются лишайниковые, брусничные и вересковые типы леса. С увеличением богатства минеральных

Таблица 3 – Запас углерода в подстилке лесных земель, 2007-2008 гг.

Древесная порода	Запас углерода в подстилке, млн. т								
	2007 г.			2008 г.			Разница 2008-2007		
	земли, покрытые лесом	земли, не покрытые лесом	итого	земли, покрытые лесом	земли, не покрытые лесом	итого	земли, покрытые лесом	земли, не покрытые лесом	итого
сосна	68,4	4,2	72,6	68,7	4,1	72,8	0,3	-0,1	0,2
ель	7,9	0,9	8,8	7,9	0,9	8,8	0	0	0
дуб	1,5	0,7	2,2	1,5	0,7	2,2	0	0	0
береза	24,6	1,1	25,7	24,7	1,0	25,7	0,1	-0,1	0
ольха чёрная	4,5	0,7	5,2	4,6	0,7	5,3	0,1	0	0,1
осина	1,7	0,1	1,8	1,7	0,1	1,8	0	0	0
прочие	1,8	0,1	1,9	1,8	0,1	1,9	0	0	0
Итого	110,4	7,8	118,2	110,9	7,6	118,5	0,5	-0,2	0,3

почв увеличивается, и доля углерода, достигая максимальных значений (111 т/га) в перегнойно-карбонатных почвах, на которых формируются крапивные и снытевые типы леса. Наибольшее количество углерода содержится в торфянисто- и торфяно-глеевых почвах, где анаэробные процессы препятствуют минерализации опада и происходит образование торфа.

Общий запас углерода в лесных почвах на 1.01.2009 г. составляет 577 млн.т. Из этого запаса 543 млн. т, т.е. его наибольшая доля, находится на покрытых лесом землях. Незначительное увеличение запасов углерода в почве (+ 1,8 млн. т или 0,3 %) по сравнению с 2008 годом связано с увеличением площади покрытых лесом земель лесного фонда на 28,7 тыс. га (таблица 4).

Таким образом, в лесных почвах содержится около 115 % от запасов углерода живой части древостоев, а в совокупности запас углерода в мёртвой древесине, подстилке и лесных почвах в 1,5 раза превышает запас углерода в древостоях, произрастающих на той же площади. Это говорит об исключительно важном значении в балансе углерода не только древесной составляющей лесного биогеоценоза, но и его «мёртвой» части. Нарушение любого из его компонентов влечёт за собой сдвиги в функционировании всего лесного биогеоценоза и приводит к резкому выбросу парниковых газов в атмосферу.

Эмиссия углерода в результате гибели лесов Беларуси

Ежегодно на территории Беларуси часть лесных насаждений погибает в результате воздействия неблагоприятных факторов внешней среды: пожаров, насекомых-фитофагов, болезней, подтопления и затопления, механических повреждений и др. В результате этих повреждений происходят залповые выбросы парниковых газов в атмосферу. Для оценки этих выбросов использованы материалы государственной статистической отчетности, в которой приведены данные о площадях погибших насаждений в лесах Республики Беларусь за период с 1991 по

Таблица 4 – Запасы углерода в лесных почвах

Категория земель	Запасы углерода, млн. т	
	2007	2008
Покрытые лесом земли	540,3	543,0
Несомкнутые культуры	10,0	10,4
Непокрытые лесом земли	24,9	23,4
Итого	575,1	576,9

2009 год (рисунок 2).

Основным фактором гибели древостоев до 1994 были лесные пожары. Засухи и высокие температуры в весенне-летние и летне-осенние периоды привели к ослаблению еловых лесов. Результатом этого стали массовые вспышки

размножения стволовых вредителей и как следствие массовое усыхание ельников, принявшие в отдельные годы характер стихийного бедствия. Наибольшие объемы усыхания ельников были в 1996-1997 и в 2003-2004 гг.

В результате воздействия неблагоприятных

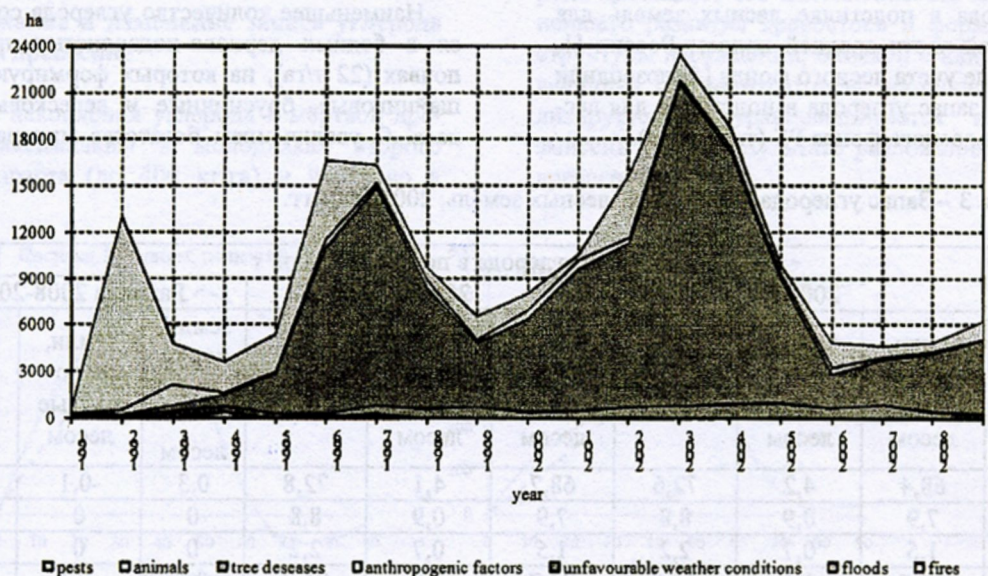


Рисунок 2 – Динамика гибели древостоев в лесах Беларуси с 1991 по 2009 гг.

факторов внешней среды годовые потери углерода в отдельные годы достигают 1,3 млн. тонн.

Эмиссия и сток углекислого газа в болота Беларуси

В отличие от лесов и полей, болота выводят из атмосферы углекислый газ и частично не возвращают его обратно в течение многих тысячелетий. В белорусских болотах ежегодно превращается в торф от 5 до 15 % биомассы, произведенной болотными растениями. Оставшийся углерод возвращается в атмосферу.

В Беларуси ежегодный прирост торфяного слоя составляет для болот верхового типа 0,5-1,2 мм, для низинного и переходного – 0,3-0,5 мм. Соответственно и балансовый сток CO_2 в болотные экосистемы больше для торфов верхового типа (в среднем 145 г/м^2), чем для низинного и переходного (в среднем 71 г/м^2). Общий сток CO_2 в естественные болота Беларуси достигает почти 1,4 млн. т в год.

Общая площадь торфяных болот на территории Беларуси составляет около 2,4 млн. га, из них в настоящее время осушено 1,5 млн. га, т.е. 62 %. Находясь в осушенном состоянии, они ведут к выбросам углекислого газа в атмосферу за счет его высвобождения из органического вещества торфа, отложенного за тысячи лет. Это происходит вследствие прекращения аккумуляции торфа, вызванного интенсивной

аэрацией торфяного слоя и уничтожения естественной болотной растительности. Причем, чем ниже уровень грунтовых вод на осушенных торфяниках, тем в большей зоне идет минерализация торфа и тем большее количество углекислого газа выделяется в атмосферу. Одновременно сельскохозяйственная деятельность обеспечивает вынос органического вещества в виде урожая. В результате верхняя осушенная часть торфяной залежи уменьшается в среднем на 1-2 см в год.

Максимальные выбросы CO_2 в атмосферу дают осушенные, но не используемые в сельском хозяйстве торфяные почвы, в первую очередь – выработанные в процессе добычи торфа ($22,5 \text{ т/га}$).

В результате ежегодные общие эмиссии CO_2 в атмосферу с осушенных торфяных почв достигают 21 млн. т в год. Однако с 1990 г. по 2007 г. наблюдается сокращение выбросов на 32,6 % в данном секторе вследствие снижения здесь интенсивности сельскохозяйственного производства.

Годовая эмиссия углерода с осушенных торфяных болот на порядок больше, чем его накопление на естественных болотах. При возгорании торфа среднегодовой залповый выброс в атмосферу диоксида углерода при глубине сгорания торфяного слоя 0,3 м составляет около 5,4 млн. т, а при 1 м – 17,8 млн. т, что сопоставимо с годовой эмиссией CO_2 со всех осушенных торфяных почв и

нарушенных торфяных месторождений Беларуси. С 1990 по 2007 год эмиссия CO₂ была здесь следующей: 1990 – 23,4 млн. т, 1995 – 18,3 млн. т, 2000 – 20,6 млн. т, 2007 – 21,5 млн. т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая вышеизложенное, приходим к выводу, что на землях лесного фонда депонирован большой запас углерода, составляющий в наземной растительности (древостой, подрост, подлесок, напочвенный покров) на землях, покрытых и не покрытых лесом 517 млн. т. В мертвой древесине (отпад) содержится 46 млн. т углерода. Лесная подстилка обеспечивает депонирование 118 млн. т этого химического элемента. Наибольшее количество углерода содержат лесные почвы – 577 млн.т. Всего на землях лесного фонда депонировано около 1260 млн. т углерода. Это весомый вклад в мировую копилку депонированного углерода.

В то же время, в Беларуси требуется продолжение исследований по стоку и эмиссии углерода, особенно лесными почвами, подстилкой, болотами и мертвой древесиной. Нуждаются в уточнении запасы углерода в разрезе породной и возрастной структуры лесов, а также распределения древостоев по производительности и полноте.

Библиографический список

1. Алексеев, В.А. Углерод в экосистемах лесов и болот России / В.А. Алексеев, Р.А. Бердси // Красноярск: ИЛ СО РАН – 1994 – 170 с.
2. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: МГУ. – 1970. – 486 с.
3. Багинский, В.Ф. Лесопользование в Беларуси. / В.Ф. Багинский, Л.Д. Есимчик – Мн.: Беларуская навука. – 1996. – 367 с.
4. Багинский, В.Ф. Закономерности динамики и структуры древесного отпада в хвойных лесах Беларуси / В.Ф. Багинский // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – №4. – 2009. – С. 110-117.
5. Государственный учет лесов по состоянию на 01 января 2006 года. – Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – 2006. – 106 с.
6. Жданович, С.А. Оценка темпов разложения древесины мертвых деревьев в естественных условиях / С.А. Жданович // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси. – 2008. – Вып. 68. – С. 408–417.
7. Жданович, С.А. Запасы и структура крупных древесных остатков в малонарушенных насаждениях различных лесных формаций. / С.А. Жданович, А.В. Пугачевский // Ботаника

(исследования): сб. науч. трудов. – Минск: ИЭБ НАН Беларуси. – 2009. – Вып. 37. – С. 190-198.

8. Исаев, А.С. Проблемы оценки углеродного бюджета в лесах с использованием данных дистанционного зондирования / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин // Аэрокосмические методы и геоинформационные системы в лесоведении и лесном хозяйстве: материалы II Всероссийского совещания – М.: РАН. – 1998. – С. 16-21.

9. Кобак, К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. / К.И. Кобак – Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. – 248 с.

10. Комплексная продуктивность земель лесного фонда. / Коллектив авторов (Багинский В.Ф., Есимчик Л.Д., Гримашевич В.В., Ермохина И.В., Лапицкая О.В. и др.) под ред. Багинского В.Ф.- Гомель: ГТУ им. Ф. Скорины, 2007. – 295 с.

11. Кулагин, А.П. Динамика лесных ресурсов как показатель уровня лесохозяйственной и лесохозяйственной деятельности / А.П. Кулагин, М.В. Кузьменков // Лесное и охотничье хозяйство. Научно-производственный журнал. – Минск: Минлесхоз Республики Беларусь. – 2009. – №3. – С. 28-31.

12. Лапицкая, О.В. Принципы определения спелостей леса в условиях рыночной экономики. / О.В. Лапицкая // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. трудов. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси. – 2005. – Вып. 64. – С. 352-363.

13. Лесной Кодекс Республики Беларусь. – Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, 2009. – 81 с.

14. Моисеев, Н.А. Об оценке запаса и прироста углерода в лесах России. / Н.А. Моисеев, А.М. Алферов, В.В. Страхов // Лесное хозяйство. – 2000. – №4. – С. 18-20.

15. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / Под ред. В.Ф. Багинского. – М.: ЦБНТИ-лесхоз, 1984. – 300 с.

16. Почвы Белорусской ССР. / Под ред. Т.Н. Кулаковской, П.П. Рогового и Н.И. Смеяна. – Минск: Ураджай, 1974. – 328 с.

17. Равино, А.В. Эколого-экономическая оценка лесных ресурсов Республики Беларусь. / А.В. Равино // Автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Минск: БГТУ. – 2001. – 20 с.

18. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства / Под ред. Джима Пенмана, Михаила Гитарского, Така Хиранши, Телма Крюг и др. // IPCC Secretariat C/o World Meteorological Organization. – 2003. – 325 с.

19. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь: ТКП 026-2006 (02080). – Введ. 07.06.04. – Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – 2006. – 32 с.

20. Усольцев, В.А. Деponирование и динамика углерода в фитомассе лесов Уральского

региона / В.А. Усольцев, В.А. Азаренок, Е.В. Барановских, Н.В. Накай // Лесная таксация и лесоустройство. Международный научно-практический журнал. - Красноярск: СибГТУ. - 2009. - №1 (39). - С. 183-190.

21. Усольцев, В.А. Депонирование углерода в фитомассе лесов. Расчетный алгоритм и его реализация в среде СУБД ADABAS (на примере Уральского региона) / В.А. Усольцев, М.П. Воронов, В.П. Часовских, Н.В. Накай // Лесная таксация и лесоустройство. Международный научно-практический журнал. - Красноярск: СибГТУ. - 2010. - №1(43). - С. 78-92.

22. Уткин, А.И. Международная научная конференция «Роль бореальных лесов и лесного хозяйства в глобальном бюджете углерода (8-12 мая 2001 г. Эдмонтон, Альберта, Канада)» / А.И. Уткин // Лесоведение - 2001. - №2. - С. 76-78.

21. Уткин, А.И. Методы депонирования углерода фитомассы и нетто-продуктивности лесов (на примере Республики Беларусь) / А.И.

Уткин, Д.Г. Замолодчиков, А.А. Пряжников // Лесоведение. - 2003. - №1. - С. 48-57.

23. Федоров, Н.И. Древесиноведение и лесоматериалы. Учеб. пособие / Н.И. Федоров, Э.Э. Пауль. - Минск: БГТУ. - 2006. - 292 с.

24. Честных, О.В. Запасы углерода в подстилках лесов России / О.В. Честных, В.А. Лыжин, А.В. Кокшарова // Лесоведение. - 2007. - №6. - С. 114-121.

25. Швиденко, А.З. Материалы к познанию современной продуктивности лесных экосистем России / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С.Нильсон // Базовые проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России - учет лесов и организация лесного хозяйства: материалы международного семинара. - Красноярск: Институт леса СО РАН. - 2007. - С. 7-37.

26. Юркевич, И.Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И.Д. Юркевич - Минск: Наука и техника. - 1980. - 120 с.