

УДК 630*443.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИТОМАССЫ И ДЕПОНИРОВАННОГО УГЛЕРОДА В СОСНОВЫХ И ОСИНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ В СВЯЗИ С ВОЗМОЖНОЙ ИХ СМЕНОЙ

Б.П. Чураков, Т.А. Парамонова, В.В. Корнилина

Ульяновский государственный университет

В работе проведен сравнительный анализ фитомассы и депонированного углерода в сосновых и осиновых древостоях в связи с возможной их сменой в результате сплошных рубок. Установлено, что в среднем в одинаковых лесорастительных условиях сосновые древостои V класса возраста накапливают фитомассы и депонированного углерода в 2,3, а в VI классе возраста – в 2,4 раза больше, чем осиновые насаждения такого же возраста.

Ключевые слова: фитомасса, запас древостоя, депонированный углерод, лесорастительные условия, смена пород.

Введение. Проблема содержания и динамики углерода в наземных и водных экосистемах вызывает все больший интерес в связи с увеличением в атмосфере углекислого газа и прогнозируемым глобальным потеплением климата на нашей планете [4; 5]. Поскольку лесная растительность содержит более 75 % углерода, аккумулированного наземными растениями, то вполне понятно, что леса нашей планеты являются одним из главных стабилизирующих природных механизмов, способных компенсировать возросшие выбросы углекислоты в атмосферу Земли [3; 10]. За последние столетия концентрация углекислоты в атмосфере повысилась на 20 %, что не сопровождается увеличением запасов фитомассы растительного покрова [6; 8]. При этом площадь мировых лесов в результате рубок и пожаров ежегодно сокращается. Например, за период с 1990 по 2005 гг. она сократилась на 125, 3 млн га, то есть ежегодное сокращение составило в среднем 8,4 млн га [13]. Леса России, которые составляют 22 % мировых лесных ресурсов и 2/3 бореальных лесов мира, играют значительную роль в углеродном бюджете планеты [11; 12]. Ежегодное накопление углерода в фитомассе лесного фонда России на 2003 г. оценивалось в 0,25 млрд т в год, что составляет от 10 до 25 % мирового объема поглощения углекислого газа всеми экосистемами [7].

По оценке Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, из 500 млрд т углерода, содержащегося во всей наземной биомассе, вклад российских лесов составляет 34 млрд т, из которых более 25 млрд т приходится на хвойные леса. Дополнительные запасы углерода сосредоточены в мертвой древесине, лесной подстилке и корневых остатках. Общий запас сухостоя и валежа в лесах России оценивается в 2 млрд т углерода [7]. Следовательно, леса России наряду с болотами являются крупнейшими накопителями органического углерода на планете [1].

Осиновые леса Европейской России имеют вторичное происхождение. Как отмечает В.В. Благовещенский [2], они сменили коренные, а нередко и вторичные леса после рубок, особенно сплошных. Но несомненно и то, что в коренном растительном покрове Европейской России осина имела, но в виде небольшой примеси. Следовательно, осина, как считает В.В. Благовещенский, никогда не была основной лесообразующей породой. Отсутствие доминирования осины в первичных лесах связано с биологическими и экологическими особенностями этой древесной породы. Она очень светолюбива, поэтому под пологом ненарушенных лесов, характеризующихся большой сомкнутостью полога и густым подлеском, осина не могла сколько-нибудь

успешно развиваться. По сравнению с другими древесными породами (сосной, дубом, березой, липой) осина очень недолговечна, что также ограничивает возможности ее распространения. Способность осины успешно размножаться корневыми отпрысками не могла быть реализована в ненарушенных лесах, поскольку обильные корневые отпрыски у осины появляются только после рубки дерева.

В настоящее время существующие естественные осиновые древостои имеют в основном порослевое происхождение. По В.Г. Стороженко [9], для этих древостоев характерна клоновая структура. При этом каждый клон состоит из генетически однородных деревьев, появившихся вегетативным путем от родительского дерева. Занимаемая одним клоном площадь может быть различной – от нескольких десятков квадратных метров до сотен гектаров. Осинники семенного происхождения по генетической структуре более разнородны, поскольку на одну и ту же площадь попадают семена с различными генетическими характеристиками.

Способность лесов к накоплению фитомассы и депонированию углерода во многом зависят не только от их географического расположения, но и от лесорастительных условий и породного состава насаждений. Усиленная эксплуатация сосновых насаждений привела к тому, что запас спелых древостоев почти полностью исчерпан, а лесовозобновление вырубок происходит чаще всего за счет

лиственных древесных пород: осины, березы и др. То есть происходит постепенная замена высокопроизводительных сосновых насаждений малопродуктивными часто порослевыми лиственными древостоями. С этой точки зрения интересен вопрос накопления фитомассы и депонированного углерода в древостоях в связи с возможной их сменой. Проведен сравнительный анализ указанных показателей в спелых древостоях сосны и осины.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись сосновые и осиновые древостои V и VI классов возраста Кузоватовского лесничества. Определение объема валежной, сухостойной и сырораствующей древесины проводилось по общепринятым методикам. Фитомасса определялась путем умножения запаса древесины в м³ на конверсионный коэффициент соответствующей древесной породы для лесостепной зоны Европейской части России [1].

Конверсионный коэффициент фитомассы сосны для спелых и перестойных древостоев равен 0,586, для осины – 0,496. Количество депонированного углерода в фитомассе древесных пород определялось путем умножения фитомассы в т на переводной коэффициент 0,5.

Результаты и обсуждение. Определены запас, фитомасса и депонированный углерод валежной и сухостойной древесины сосны в древостоях V и VI классов возраста, III класса бонитета с полнотой 0,7 в различных типах леса. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Запас, фитомасса и содержание углерода в валежной и сухостойной древесине в древостоях V и VI классов возраста

Тип леса	V класс возраста				VI класс возраста			
	Запас на пробеге, м ³	Запас на 1 га, м ³	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га	Запас на пробеге, м ³	Запас на 1 га, м ³	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га
Сосняк осоко-снытьевый	0,74	18,5	10,8	5,4	0,80	20,0	11,7	5,9
Сосняк снытьево-осоковый	0,79	19,8	11,6	5,8	0,87	21,7	12,7	6,3
Сосняк снытьевый	0,68	17,0	10,0	5,0	0,93	23,3	13,6	6,8
Среднее	0,74	18,5	10,8	5,4	0,87	21,7	12,7	6,3

Анализ данных табл. 1 показывает, что в среднем в сосновых древостоях V класса возраста может накапливаться 18,5 м³ мертвой древесины, при этом тип леса существенного влияния на накопление древесины не оказывает. Хотя можно заметить, что в сосняке снытьево-осоковом запас валежа и сухостоя на 14 % больше, чем в сосняке снытьевом, и на 7 % больше, чем в сосняке осоко-снытьевом. В исследованных сосняках на 1 га накапливается в среднем 10,8 т фитомассы, которой депонировано 5,4 т углерода.

В древостоях VI класса возраста в среднем по трем типам леса накапливается 21,7 м³/га валежной и сухостойной древесины. Здесь

заметно увеличение валежа и сухостоя от сосняка осоко-снытьевого к сосняку снытьевому. По сравнению с V классом возраста в VI классе наблюдается увеличение валежной и сухостойной древесины на 15 %. В валежной и сухостойной древесине сосновых древостоев VI класса возраста в среднем накоплено 12,7 т фитомассы на 1 га, в которой депонировано 6,3 т углерода.

В сосновых древостоях V и VI классов возраста III бонитета с полнотой 0,7 в трех типах леса определены запас сырорастущей древесины, общая фитомасса и депонирование углерода на 1 га. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Запас древесины, общая фитомасса и депонирование углерода
сосновыми древостоями V и VI классов возраста**

Тип леса	V класс возраста				VI класс возраста			
	Средний диаметр, см	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание угле- рода, т/га	Средний диаметр, см	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га
Сосняк осоко-снытьевый	24	105,7	61,9	30,9	28	103,2	60,5	30,2
	26	85,5	50,1	25,1	30	130,0	76,2	38,1
	28	93,0	54,5	27,2	32	71,0	41,6	20,8
Итого		284,3	166,5	83,2		304,2	178,3	89,2
Сосняк снытьево-осоковый	24	84,0	49,2	24,6	28	106,7	62,6	31,3
	26	101,5	59,5	29,7	30	144,0	84,4	42,2
	28	97,5	57,1	28,6	32	92,5	54,2	27,1
Итого		283,0	165,8	82,9		343,2	201,2	100,6
Сосняк снытьевый	24	84,0	49,2	24,6	28	90,0	52,7	26,4
	26	118,0	69,1	34,6	30	148,5	87,0	43,5
	28	96,0	56,3	28,1	32	75,0	44,0	22,0
Итого		298,0	174,6	87,3		313,5	183,7	91,9
Среднее		288,4	169,0	84,5		320,3	187,7	93,9

Из данных табл. 2 видно, что в обследованных сосновых древостоях V класса возраста запас древесины на 1 га в среднем по трем типам леса составляет 288,4 м³, а общая фитомасса – 169 т/га. В этой фитомассе депонировано 84,5 т углерода. В сосновых древостоях VI класса возраста накапливается в среднем 320 м³ древесины, 187,7 т фитомассы, которая содержит 93,9 т углерода на 1 га. По сравнению с древостоями V класса воз-

раста в сосновых древостоях VI класса возраста количество депонированного углерода увеличилось на 9,4 т/га. Существенного влияния лесорастительных условий на запас фитомассы в исследованных сосновых древостоях не обнаружено.

Определены общий запас, фитомасса и депонированный углерод валежной, сухостойной и сырорастущей древесины сосны в разных типах леса. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Запас, фитомасса и депонированный углерод в сосновых древостоях

Тип леса	V класс возраста			VI класс возраста		
	Запас, м ³ /га	Фитомасса, т/га	Депонированный углерод, т/га	Запас, м ³ /га	Фитомасса, т/га	Депонированный углерод, т/га
Сосняк осоко-снытьевый	302,8	117,3	88,6	324,2	190,0	95,0
Сосняк снытьево-осоковый	302,8	177,4	88,7	364,9	213,9	106,9
Сосняк снытьевый	315,0	184,6	92,5	336,8	197,3	98,7
Среднее	306,9	179,8	89,9	342,0	200,4	100,2

Из данных табл. 3 видно, что 1 га спелого соснового древостоя накапливает в среднем по трем типам леса 179,8 т фитомассы, в которой сосредоточено 89,9 т углерода, в перестойных древостоях на 1 га накапливается 200,4 т фитомассы и 100,2 т углерода.

Поскольку в наших лесах при сплошных рубках сосновые древостои нередко заменяются осинниками, представляет определенный практический интерес изучение запаса,

фитомассы и депонированного углерода осинновыми древостоями в сходных условиях местопроизрастания.

Определен запас валежной и сухостойной осины в древостоях Ульяновской области V и VI классов возраста, III класса бонитета с полнотой 07. В табл. 3 представлены данные по запасу валежной и сухостойной древесины осины в V классе возраста на пробной площади (0,04 га) и на 1 га.

Таблица 3

Запас валежной и сухостойной древесины в осиновых древостоях V класса возраста

Тип леса	Запас свежего валежа, м ³	Запас старого валежа, м ³	Запас свежего сухостоя, м ³	Запас старого сухостоя, м ³	Запас засыхающих деревьев, м ³	Всего, м ³ на 0,04/1,0 га
Осинник осоко-снытьевый	0,19+0,11	0,29+0,15	0,18+0,12	0,26+0,17	0,28+0,13	1,2/30,0
Осинник снытьево-осоковый	0,27+0,16	0,32+0,17	0,19+0,13	0,22+0,11	0,25+0,14	1,25/31,2
Осинник снытьевый	0,21+0,11	0,25+0,16	0,21+0,13	0,18+0,11	0,23+0,15	1,08/27,0
Среднее	0,22/5,5	0,29/7,3	0,19/4,7	0,22/5,5	0,25/6,3	1,17/29,3

В V классе возраста на 1 га площади накапливается в среднем 29,3 м³ валежной и сухостойной древесины, в том числе 12,8 м³ валежа и 16,5 м³ сухостоя на 1 га.

В табл. 5 представлены данные по запасу валежной и сухостойной древесины осины в VI классе возраста на пробной площади (0,04 га) и на 1 га.

Таблица 5

**Запас валежной и сухостойной древесины
в древостоях осины VI класса возраста**

Тип леса	Запас свежего валежа, м ³	Запас старого валежа, м ³	Запас свежего сухостоя, м ³	Запас старого сухостоя, м ³	Запас засыхающих деревьев, м ³	Всего, м ³ на 0,04/1,0 га
Осинник осоко-снытьевый	0,22+0,15	0,27+0,17	0,28+0,11	0,24+0,16	0,21+0,14	1,22/30,5
Осинник снытьево-осоковый	0,19+0,11	0,21+0,12	0,23+0,17	0,29+0,13	0,26+0,14	1,18/29,5
Осинник снытьевый	0,14+0,12	0,32+0,14	0,24+0,13	0,22+0,11	0,23+0,14	1,15/28,7
Среднее	0,18/4,5	0,27/6,7	0,25/6,3	0,25/6,3	0,23/5,7	1,18/29,5

В древостоях VI класса возраста объем валежной и сухостойной древесины в среднем составляет 29,5 м³ на 1 га, в том числе валежной древесины – 11,2 м³ и сухостойной – 18,3 м³.

Определены фитомасса и депонированный углерод в валежной и сухостойной древесине в осинниках V и VI классов возраста в трех типах леса (табл. 6).

Таблица 6

**Общая фитомасса и депонированный углерод
в валежной и сухостойной древесине осины**

Тип леса	V класс возраста			VI класс возраста		
	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га
Осинник осоко-снытьевый	30,0	14,8	7,4	30,5	15,1	7,6
Осинник снытьево-осоковый	31,2	15,5	7,7	29,5	14,6	7,3
Осинник снытьевый	27,0	13,4	6,7	28,7	14,2	7,1
Среднее	29,3	14,5	7,3	29,5	14,6	7,3

Полученные данные указывают на то, что в валежной и сухостойной древесине в древостоях осины V и VI классов возраста накоплено примерно одинаковое количество фитомассы и депонированного углерода на 1 га площади.

В осиновых древостоях V и VI классов возраста III бонитета с полнотой 0,7 в трех типах леса определены запас сырорастающей древесины, общая фитомасса и депонированный углерода на 1 га. Результаты представлены в табл. 7.

Таблица 7

**Запас древесины, общая фитомасса и депонирование углерода
осиновыми древостоями V и VI классов возраста**

Тип леса	V класс возраста				VI класс возраста			
	Средний диаметр, см	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га	Средний диаметр, см	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га
Осинник осоко-снытьевый	12	122,4	60,7	30,4	14	129,4	64,2	32,1
Осинник снытьево-осоковый	14	127,6	63,2	31,6	16	135,1	67,0	33,5
Осинник снытьевый	16	136,3	67,6	33,8	18	143,7	71,3	35,6
Среднее	14	128,8	63,8	31,9	16	136,1	67,5	33,7

Полученные результаты показывают, что в исследованных древостоях осины наблюдается незначительное увеличение средних показателей запаса, фитомассы и депонированного углерода по мере увеличения среднего диаметра деревьев и улучшения лесорастительных условий от осинника осоко-снытьевых

к осиннику снытьевому.

Общий запас, фитомасса и депонированный углерод в валежной, сухостойной и сырораствующей древесине в осиновых древостоях V и VI классов возраста представлены в табл. 8.

Таблица 8

**Общий запас, фитомасса и депонированный углерод в валежной,
сухостойной и сырораствующей древесине в осиновых древостоях**

Тип леса	V класс возраста			VI класс возраста		
	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га	Запас древесины, м ³ /га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га
Осинник осоко-снытьевый	152,4	75,5	37,8	159,9	79,3	39,7
Осинник снытьево-осоковый	158,8	78,7	39,3	164,6	81,6	40,8
Осинник снытьевый	163,3	81,0	40,5	172,4	85,5	42,7
Среднее	158,2	78,4	39,2	165,6	82,1	41,0

Данные табл. 8 показывают, что в осиновых древостоях V класса возраста на 1 га накапливается 78,4 т фитомассы, в которой депонировано 39,2 т углерода, в древостоях VI класса возраста на 1 га накапливается 82,1 т фитомассы, в которой содержится 41,0 т угле-

рода.

В табл. 9 представлены сравнительные данные по фитомассе и депонированному углероду в сосновых и осиновых древостоях в одинаковых условиях произрастания.

Таблица 9

**Сравнительные данные по фитомассе и депонированному углероду
в сосновых и осиновых древостоях**

Тип леса	V класс возраста		VI класс возраста	
	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га	Общая фитомасса, т/га	Содержание углерода, т/га
Сосняк осоко-снытьевый	117,3	88,6	190,0	95,0
Сосняк снытьево-осоковый	177,4	88,7	213,9	106,9
Сосняк снытьевый	184,6	92,5	197,3	98,7
Среднее	179,8	89,9	200,4	100,2
Осинник осоко-снытьевый	75,5	37,8	79,3	39,7
Осинник снытьево-осоковый	78,7	39,3	81,6	40,8
Осинник снытьевый	81,0	40,5	85,5	42,7
Среднее	78,4	39,2	82,1	41,0

Результаты сравнительного анализа показывают, что в среднем в одинаковых лесорастительных условиях сосновые древостои V класса возраста накапливают фитомассы и депонированного углерода в 2,3, а в VI классе возраста – в 2,4 раза больше, чем осиновые насаждения такой же возрастной группы.

Выводы

1. Накопление валежной и сухостойной древесины в осиновых древостоях идет в больших объемах, чем в сосновых древостоях одной возрастной группы: в V классе возраста в – 1,6, а в VI – в 1,4 раза.

2. В одинаковых лесорастительных условиях сосновые древостои V класса возраста накапливают фитомассы и депонированного углерода в среднем в 2,3, а в VI классе возраста – в 2,4 раза больше, чем осиновые насаждения такой же возрастной группы.

3. При возможной смене сосновых древостоев осиновыми произойдет резкое снижение биологической продуктивности лесных насаждений.

зиевич. – М. : Наука, 1993. – 293 с.

3. *Благовещенский, В.В.* Растительность Приволжской растительности в связи с ее историей и рациональным использованием / В.В. Благовещенский. – Ульяновск : УлГУ, 2005. – 715 с.

4. *Будыко, М.И.* Изменение климата / М.И. Будыко. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.

5. *Будыко, М.И.* Аналоговый метод оценки предстоящих изменений климата / М.И. Будыко // Метеорология и гидрология. – №4. – 1991. – С. 94–100.

6. *Исаев, А.С.* Углерод в лесах северной Евразии. Круговорот углерода на территории России. / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин // Избр. тр. по проблеме: Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад. – М. : АН СССР, 1963. – С. 63–99.

7. *Моисеев, Б.Н.* Оценка потоков и баланс органического углерода в основных биомах России / Б.Н. Моисеев, И.О. Алябина // Бюл. «Использование и охрана природных ресурсов России». – М., 2004. – №1. – С. 61–69.

8. Основы устойчивого лесопользования / М.Л. Карпачевский и др. // Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М., 2009. – 143 с.

9. *Стороженко, В.Г.* Ведение хозяйства в осинниках / В.Г. Стороженко, Л.Е. Михайлов, С.Н. Багаев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 145 с.

10. *Усольцев, В.А.* Возрастная динамика формирования наземной фитомассы сосны кустанайских боров в зависимости от густоты / В.А. Усольцев, А.А. Макаренко // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 1978. – №12. – С. 105–111.

1. *Алексеев, В.А.* Углерод в экосистемах лесов и болот России / В.А. Алексеев, Р.А. Бердси. – Красноярск : ИЛИД РАН, 1994. – 532 с.

2. *Базилевич, Н.И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии / Н.И. Ба-

11. Уткин, А.И. Углеродный цикл в лесоводстве / А.И. Уткин // Лесоведение. – 1995. – №5. – С. 3–20.

12. Швиденко, А.З. Продуктивность лесов России / А.З. Швиденко, С. Нильссон, В.В. Страхов // Лесохозяйственная информация. – 1999. – №9–10. – С. 5–22.

13. Щепашенко, Д.Г. Биологическая продуктивность и бюджет углерода лиственных лесов Северо-Востока России / Д.Г. Щепашенко, А.З. Швиденко, В.С. Шалаев. – М. : Изд-во МГУЛ, 2008. – 296 с.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF VOLUME OF PHYTOWEIGHT AND THE DEPOSITED CARBON IN PINE AND ASPEN FOREST STANDS IN CONNECTION WITH THEIR POSSIBLE CHANGE

B.P. Churakov, T.A. Paramonova, V.V. Kornilina

Ulyanovsk State University

In work the comparative analysis of phytoweight and the deposited carbon in pine and aspen forest stands in connection with their possible change at the expense of continuous cabins is carried out. It is established that on the average in identical forest station conditions pine forest stands 5 classes of age accumulate phytoweight and the deposited carbon in 2.3, and in 6 class of age in 2.4 times more than aspen plantings of the same age.

Keywords: phytoweight, the forest stand stock, the deposited carbon, forest station conditions, change of breeds.