

УДК 630\*114.351

**А.В. Портянко\***, **С.В. Залесов\*\***, **А.В. Данчева\***  
(A.V. Portyanko, S.V. Zalesov, A.V. Dancheva)

\* Казахский научно-исследовательский  
институт лесного хозяйства

\*\* Уральский государственный лесотехнический  
Университет, Екатеринбург



*Портянко Алевтина Васильевна родилась в 1948 г. В 1975 г. окончила КазСХИ в г. Алма-Ате. В настоящее время работает ст. науч. сотр. отдела лесоведения и лесоводства ТОО «КазНИИЛХ». Автор 36 печатных работ. Тематические направления – изучение состояния лесных насаждений в режиме хозяйственного и антропогенного воздействия.*



*Данчева Анастасия Васильевна родилась в 1974 г. В 1996 г. окончила Алматинский технологический институт в г. Алматы. В настоящее время работает мл. науч. сотр. отдела лесоведения и лесоводства ТОО «КазНИИЛХ», является аспирантом Уральского государственного лесотехнического университета. Автор 12 печатных работ. Тематическое направление – влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника.*

**ДРЕВЕСНЫЙ ДЕТРИТ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА  
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ САНИТАРНОГО  
СОСТОЯНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
И ПИРОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИК  
(WOODY DETRITUS IN THE KAZAKH HILLS OF PINE  
PLANTATIONS AS AN INDICATOR OF HEALTH STATUS  
ASSESSMENT, ENVIRONMENTAL AND PYROLOGICAL  
CHARACTERISTICS)**

*Рассмотрена динамика накопления запаса древесного детрита сосновыми насаждениями Казахского мелкосопочника в режиме интенсивного рекреационного лесопользования. Дана оценка величины запаса древесного детрита с точки зрения санитарного состояния, пирологической характеристики и его роли в круговороте углерода лесных сообществ.*

*The paper considers the dynamics of accumulation of the stock of wood detritus pine plantations in the hills of the Kazakh regime of intensive recreational forest. The estimation of stock size wood detritus from the*

*standpoint of sanitation, pyrological characteristics and its role in the carbon cycle of forest communities.*

Для человека современного общества потребность в оздоравливающем, эстетическом, климаторегулирующем влиянии, которое оказывает лес, превосходит его значимость, выражающуюся в многочисленных и разнообразных материалах и продуктах. Поскольку отрицательное влияние рекреационного лесопользования весьма заметно проявляется на значительной площади (территории детских оздоровительных центров, санаториев, туристических баз, участки кратковременного отдыха, участки около пляжей и др.), то можно полагать, что предотвращению расширяющегося процесса деградации лесов будет необходимо уделять все возрастающее внимание.

Дигрессивные изменения в древесном ярусе носят затяжной, продолжительный характер, и поэтому, на первый взгляд, создаётся ложное представление о большой устойчивости деревьев к рекреационным нагрузкам. Исследования показывают, что с усилением рекреационного воздействия отмечается снижение жизнеустойчивости, увеличивается количество деревьев ослабленных, суховершинных и сухих (отпад).

В процессе жизнедеятельности древесных растений происходит процесс так называемого естественного изреживания, а деревья, отмершие в результате его, составляют отпад. Образование запаса мертвой древесины в виде сухостоя, валежа, отмерших сучьев и веток (явление естественное и закономерное) продолжается до наступления момента естественной старости деревьев. В процессе борьбы за существование отмирает более 92–97 % деревьев.

В Кустанайских и Ленточных борах от первоначального числа деревьев сосны в возрасте 20 лет к возрасту спелости (150 лет) остается 3 % стволов, а в сосняках Казахского мелкосопочника – 8 % (таблицы хода роста). В лесных насаждениях, находящихся в экстремальных условиях произрастания, темпы изреживания и перехода деревьев в угнетённую, ослабленную часть, а затем в отпад происходит значительно быстрее. Поэтому учёт отмерших деревьев вполне закономерен при определении оценки пожарной опасности и санитарного состояния. И, наконец, очень важно изучение динамики древесного детрита для установления его участия в круговороте углерода лесных сообществ.

Исследования проводились в сосновых насаждениях ГНПП «Бурабай». Сбор экспериментальных данных осуществлялся на постоянных и временных пробных площадях, из которых 27 пробных площадей заложено в насаждениях, пройденных систематическими уходами (постоянные пробные площади на рубки ухода А.А. Макаренко), и 25 пробных площадей в насаждениях, пройденных производственными рубками ухода. Пробные площади охватывали насаждения всех типов лесорастительных условий.

Временные пробные площади заложены с целью учёта таких показателей, как объём сохранившихся сучьев на сухостое и валеже, величина

сохранности каждой особи валежа (%), количество сохранившихся живых и сухих пней и величина сохранности сухих пней (%). В предыдущих исследованиях такие показатели не учитывались. Необходимость исследования вызвана тем, что для получения обоснованной характеристики лесных насаждений, выращиваемых в режиме антропогенного воздействия, нужна более полная информация о биологической продуктивности, которая определяет ход процессов в лесных экосистемах.

На основании данных о плотности древесины ( $t/m^3$ ) по классам разложения, рассчитанным Е.А. Курбановым и О.Н. Кранкиной [1], нами применён упрощённый способ определения детрита по средней величине сохранности или плотности каждой особи валежа, сухих пней (%), для всех типов лесорастительных условий сосновых насаждений. Установлено, что величина сохранности сухостоя не снижается ниже 80 % и, если сухостой образовался в последние 2-3 года, сохранность сучьев на нём тоже значительна (80-90 %). Скорость разложения валежа на несколько порядков величин выше, чем у сухостоя. В статье Д.В. Карелина и А.И. Уткина [2] применён методический подход к построению регрессионных уравнений для оценки скорости разложения древесины сухостоя и валежа. В статье было подчёркнуто, что «...крупные древесные остатки (КДО) объединяют качественно различные компоненты, куда относятся: стоящие или зависшие на соседях мертвые деревья (сухостой); лежащие на поверхности почвы, частично или полностью погребенные в почвенном слое древесные стволы (валёж)...». По нашим наблюдениям, величина сохранности (плотности) валежа не одинакова, и та часть, которая находится на поверхности, имеет больший процент сохранности в сравнении с частью ствола, находящегося в почвенном слое.

Предложенная М.Е. Тарасовым [3] методика определения скорости разложения древесного детрита направлена на проблему неучтенного углеродного цикла, связанного с разложением древесины. Автор также подчеркивает, что сухостой и валёж – это крупный древесный детрит, который представляет мёртвое органическое вещество древесного происхождения, исходный диаметр которого до разложения был более 3 см.

Нами использована упрощенная методика учёта высвобождения углерода в атмосферу при разложении древесного детрита. Для этого на временных пробных площадях при перечёте мы давали оценку сохранности каждой особи сухостоя по величине объёма сохранившихся сучьев. При замерах длины и диаметра валежа выполнялась оценка его сохранности. Таким образом, на основании собранной информации для различных лесорастительных условий получены данные всех стадий разложения древесного детрита, в том числе и сухих пней. При камеральной обработке вычислялся средний показатель сохранности: сухостоя, валежа и сухих пней. Объём стволов сухостоя и валежа находился по тем же объёмным таблицам А.А. Макаренко, что и у растущих деревьев.

Относительная оценка жизненного состояния древостоя рассчитана по методике В.А. Алексеева [4]. Определение массы корневой системы пней проведено по аллометрическому уравнению В.А. Усольцева [5].

Данные о средней величине запаса древесного детрита с учётом всех стадий разложения отражены в табл. 1.

Таблица 1

Усреднённая величина запаса древесного детрита  
с учётом всех стадий разложения

Основные составляющие компоненты древесного детрита	Типы леса			
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
Характеристика основного полога				
Полнота (расчётная)	1,1	1,2	1,0	1,2
Относительный показатель жизненного состояния, %	72,0	66,0	70,0	71,0
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	320,0	314,0	332,0	386,0
Число деревьев, шт./га	1467	1243	1000	983
Подрост				
Запас, м <sup>3</sup> /га	2,3	0,2	0,4	0,1
Число экземпляров, шт./га	200	143	33	150
Отпад основного полога (сухостой)				
Запас сухостоя, м <sup>3</sup> /га	2,0	6,2	2,1	7,4
Число стволов, шт./га	50	104	67	67
Доля сохранности ствола, %	80,0	75,0	80,0	80,0
Объём сохранившихся сучьев на стволах, %	46,0	80,0	75,0	73,0
Отпад подроста				
Запас сухостоя, м <sup>3</sup> /га	0,1	0,1	-	0,1
Число стволов сухостоя, шт./га	17	96	-	67
Валёж				
Запас валежа, м <sup>3</sup> /га	0,7	0,7	2,0	0,8
Число стволов валежа, шт./га	117	157	150	183
Доля сохранности ствола, %	68,0	69,0	36,0	65,0
Объём сохранившихся сучьев на стволах, %	32,0	62,0	29,0	3,0
Пни живые				
Запас живых пней, м <sup>3</sup> /га	0,8	0,6	1,0	6,9
Масса корневой системы, т/га	10,1	7,2	14,3	35,2
Пни сухие				
Запас сухих пней, м <sup>3</sup> /га	2,4	0,2	2,8	5,3
Доля сохранности пней, %	27,0	21,7	17,6	14,4
Расчётная масса корневой системы, т/га	24,3	2,2	38,5	76,2
Сохранившаяся масса корней, т/га	9,6	0,9	15,4	30,5
Примечание. C <sub>1</sub> – сосняки очень сухих условий произрастания; C <sub>2</sub> – сосняки сухих условий произрастания; C <sub>3</sub> – сосняки свежих и влажных условий произрастания; C <sub>4</sub> – сосняки мокрых условий произрастания.				

Как известно, в процессе рекреационного лесопользования задействованы все компоненты лесного биогеоценоза. Последствия рекреации проявляются в изменении структуры почвы, ухудшении роста и жизнеспособности древесной растительности. Ослабленные деревья в большей степени подвержены инвазиям различными насекомыми и поражению стволовыми гнилями. Поэтому в интенсивно посещаемых лесах значительно увеличивается отпад деревьев. Данные насаждения чаще других требуют хозяйственных мероприятий в виде санитарных рубок, поэтому эти древостои постепенно разреживаются.

В связи с вышеизложенным изучение величины запаса древесного детрита с точки зрения санитарного состояния лесов, а также пирологической характеристики представляет определенный интерес. Для выполнения поставленной задачи были заложены пробные площади 1 и 2 в 100- и 110-летних сосновых насаждениях IV класса бонитета типа леса сухие сосняки (С<sub>2</sub>). ПП-1 относится согласно методике А.В. Портянко и М.Х. Жолдыбаевой [6] к функциональной зоне II (лесные массивы, расположенные на расстоянии, доступном для посещения без автотранспорта), а ПП-2 – к функциональной зоне I (лесные массивы, находящиеся вблизи городов, населенных пунктов, санаториев, баз отдыха) (табл. 2).

Таблица 2

Таксационная характеристика древостоев ПП 1 и 2 и запас древесного детрита

№ ПП	Класс бонитет	Тип леса	Возраст, лет	Доля живых деревьев, %	Средние						Запас, м <sup>3</sup> /га %			Число стволов, шт./га %		
					Живые		Сухостой		Валёж		живых деревьев	сухостоя	валежа	живых	сухостоя	валежа
					Д, см	Н, м	Д, см	Н, м	Д, см	Н, м						
1	IV	С <sub>2</sub>	100	80,0	16,0	14,9	9,1	7,6	7,8	9,7	<u>345,0</u>	<u>12,0</u>	<u>8,0</u>	<u>2006</u>	<u>306</u>	<u>216</u>
											94,4	3,2	2,4	79,3	12,2	8,5
2	IV	С <sub>2</sub>	110	50,6	12,7	10,6	7,6	7,6	5,5	7,2	<u>134,0</u>	<u>10,0</u>	<u>5,0</u>	<u>1528</u>	<u>350</u>	<u>450</u>
											89,9	6,7	3,4	65,7	15,0	19,3

Данные табл. 2 свидетельствуют о неблагоприятном состоянии сосновых насаждений на ПП-2, так как оценка жизненного состояния древостоя составляет 50,6 %, и они оцениваются как «поврежденное» или «ослабленное» [4]. Насаждение на ПП-1 оценивается как «здоровое» при величине естественного отпада, не превышающей 5,8 % от общего запаса. Несколько завышена величина отпада на ПП-1 по густоте – 21 %, но это является следствием отсутствия своевременного ухода.

Известно, что нарушение устойчивости лесных насаждений происходит под воздействием различных факторов и может иметь разную продолжительность, характер и степень, а также сопровождаться обратимыми или необратимыми изменениями состояния. Последнее подтверждается показателями в насаждении на ПП-2, где доля отпада и валежа составляет 10,1 % от общего запаса, а отпад по густоте достигает 34,3 %. При этом запас растущих деревьев не превышает 134 м<sup>3</sup>/га. В заключение можно сказать, что идёт процесс необратимых изменений состояния исследуемого древостоя. Основными причинами, вызывающими нарушения устойчивости исследуемых насаждений на ПП-2, являются интенсивное посещение их рекреантами и, как следствие этого, часто возникающие с периодичностью не более 5 лет лесные пожары.

Необходимо также отметить значимость накопления запаса древесного детрита с точки зрения пирологической характеристики насаждений. Как известно, лесной пожар начинается чаще всего с загорания лесной подстилки, величина запаса которой, её фракционный состав и структура определяют условия возникновения, распространения, развития пожаров и их экологические последствия. При средней величине запаса лесной подстилки, равной 29,0 т/га для сухих условий произрастания, к массе легко воспламеняющихся горючих материалов добавляется запас древесного детрита в виде сухостоя и валежа, равный 20,0 м<sup>3</sup> на ПП-1 и 15,0 м<sup>3</sup> на ПП-2, что непременно найдет отражение на величине интенсивности горения и ущербе в случае возникновения пожара.

В последнее время многие исследователи указывают на важную роль древесного детрита в круговороте углерода лесных сообществ. Поэтому актуальными становятся задачи, направленные на получение новых или уточнение существующих оценок компонентов глобального углеродного цикла.

Одной из целей исследований являлось получение оценок запасов углерода в древесном детрите при динамически меняющемся состоянии лесной экосистемы под воздействием природных и антропогенных факторов.

Фитомассы растущей древесной растительности, сухостоя и валежа устанавливались через запас стволовой древесины с использованием переводных коэффициентов, а запас углерода рассчитывался согласно рекомендациям С. В. Белова [7].

На основании проведенных исследований установлено, что определяющее значение в процессе горения при лесном пожаре принадлежит лесной подстилке, т.е. от ее запаса и структурного состава зависит величина послепожарного ущерба в лесном насаждении. Именно лесная подстилка является основным поставщиком оксидов углерода, выделяющихся в атмосферу при лесном пожаре (табл. 3).

Таблица 3

Эмиссия углерода из сгоревшей лесной подстилки  
и обуглившейся фитомассы коры

№ ПП	Вид пожара	Масса лесной подстилки, т/га		Эмиссия углерода, т/га	Показатели по обуглившейся коре		Эмиссия углерода, т/га
		до пожара	сгоревшая		Запас, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га	
1	Низовой	60,0	51,0	24,0	0,15	0,06	0,03
2	беглый	60,0	48,0	22,6	0,11	0,05	0,02
4	Низовой	45,0	38,0	17,9	0,48	0,21	0,11
5	устойчивый	45,0	38,0	17,9	0,88	0,39	0,19

Фитомасса обгоревшей коры на поверхности стволов деревьев сосны при различных видах пожара рассчитывалась по разработанной нами методике.

Проведенные нами исследования показали, что, помимо лесной подстилки и коры стволов растущих деревьев, на величину эмиссии углерода при лесных пожарах существенное влияние оказывают другие компоненты напочвенных горючих материалов. При этом выделение в атмосферу углерода в значительной степени зависит от вида пожара (табл. 4).

Таблица 4

Динамика изменения общей фитомассы напочвенных горючих материалов, количество выделяющегося углерода при различных низовых пожарах

Составляющие фитомассы	Допожарный запас фитомассы, т/га	Переводной коэффициент	Вид пожара			
			Низовой беглый		Низовой устойчивый	
			Сгоревшая масса, т/га	Выделившийся углерод, т/га	Сгоревшая масса, т/га	Выделившийся углерод, т/га
Надземная часть						
Живые пни	0,065	0,51	0,013	0,007	0,020	0,010
Сухие пни	0,070	0,50	0,028	0,014	0,042	0,021
Трава	0,850	0,43	0,850	0,366	0,850	0,366
Мхи и лишайники	0,930	0,45	0,930	0,418	0,930	0,418
Подземная часть						
Живые пни	0,456	0,55	0	0	0,050	0,028
Сухие пни	3,708	0,55	0,742	0,408	0,742	0,408
Трава	0,340	0,38	0,068	0,026	0,204	0,078
Итого	6,419	-	2,631	1,239	2,838	1,329

Проведенные исследования подтверждают значительную концентрацию органического углерода в древесном детрите сосновых насаждений. Оценка углеродного бюджета лесов (что следует из логики практических приложений протокола Киото) обуславливает необходимость усовершен-

ствования методов расчёта полного баланса (прихода-расхода) фитомассы, которые необходимы для определения состояния лесного фонда и разработки стратегии лесохозяйственной деятельности в каждом регионе и стране в целом.

*Библиографический список*

1. Курбанов Е.А. Кранкина О.Н. Древесный детрит в сосновых насаждениях Среднего Заволжья // Лесн. жур. 2001. № 4. С. 28-32.

2. Карелин Д.В., Уткин А.И. Скорость разложения крупных древесных остатков в лесных экосистемах // Лесоведение. 2006. № 2. С. 26-33.

3. Тарасов М.Е. Методические подходы к определению скорости разложения древесного детрита // Лесоведение. 2002. № 5. С. 32-38.

4. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51-57.

5. Усольцев В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии. Методы, база данных и её приложения. Екатеринбург, 2007. 635 с.

6. Портянко А.В., Жолдыбаева М.Х. Разделение лесных массивов по категориям ландшафта и их морфометрические показатели // Вестник с.-х. наук Казахстана. 2011. № 4. С. 40-43.

7. Белов С.В. Оценка гигиенической роли леса // Лесн. хоз-во. 1964. № 1. С. 8-13.



УДК. 630.231

**Е.Г. Парамонов**

(Ye.G. Paramonov)

Институт водных и экологических проблем СО РАН

**А.Н.Шульц**

(A.N. Shul'ts)

Бийский лесхоз-техникум



*Парамонов Евгений Григорьевич, д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр. Института водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. Окончил в 1962 г. Поволжский лесотехнический институт им. М. Горького.*