

УДК 630.181.63+630.416.11:630.174.754

С. В. Залесов, Н. А. Кряжевских, Н. А. Луганский*(Уральская государственная лесотехническая академия)*

ФРАКЦИОННАЯ ДИНАМИКА ОПАДА БОЛОТНЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ И ВОЗВРАТ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ С РАСТИТЕЛЬНЫМ ОПАДОМ

Выявлены основные закономерности годовой динамики фракционного опада и возврата элементов питания в осушенных сосновых древостоях Среднего Урала. Собранные материалы могут быть использованы при оценке процессов малого биологического круговорота, разработке таблиц биологической продуктивности и научно обоснованных рекомендаций по ведению лесного хозяйства как в болотных, так и осушенных сосновых древостоях.

В процессе формирования насаждения наряду с приростом постоянно происходит опад фитомассы. Общеизвестно, что основную массу опада составляют хвоя (листва), ветви, кора. В незначительном количестве в опаде присутствуют отмершие части растений живого почвенного покрова, а также генеративные органы древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Ежегодный опад органических остатков древесных растений представляет собой одно из главнейших и отличительных свойств лесных насаждений. Долголетие и уровень производительности последних находятся в определенной зависимости от количества ежегодно поступающих на поверхность почвы отмирающих органических остатков, содержащих необходимые элементы зольного и азотного питания древесных растений. Вышеуказанное обстоятельство предопределяет важность изучения общей массы, химического свойства, а также годовой динамики поступающего на поверхность почвы растительного опада.

В основу наших исследований положен экспериментальный материал восьми постоянных пробных площадей (ППП), заложенных на стационаре «Северный» в сосняках багульникового, осоково-кустарничкового и кустарничково-сфагнового типов леса. В соответствии со схемой лесорастительного районирования Б. П. Колесникова с соавторами (1973) учебное и научно-производственное комплексное лесохозяйственное предприятие УГЛТА, на территории которого находится стационар, включен в южно-таежный округ Зауральской холмисто-предгорной провинции Запдно-Сибирской равнинной лесной области.

Площадь стационара превышает 150 га и представляет собой верховое болото, покрытое древесной растительностью. Произрастающие здесь древостои представлены насаждениями сосны V—V6 классов бонитета в возрасте 40-160 лет. В 1988 г. на территории стационара были проведены гидролесомелиоративные работы методом открытых каналов под руководством проф. А. С. Чиндяева. Подробная лесоводственно-мелиоративная характеристика стационара «Северный» приведена в ряде работ сотрудников УГЛТА и Института леса УрО РАН (Чиндяев и др., 1989, 1990).

Нами исследовалась общая масса годового органического опада, динамика поступления его на поверхность почвы, а также зольный состав отдельных компонентов опада. Исследования проводились в течение двух лет. На каждой ППП устанавливалось 10-15 специальных опадоуловителей размером 1x1 м. Сбор и определение массы опада проводились в течение вегетационного периода ежемесячно, пятнадцатого числа каждого месяца. За период с наличием снежного покрова масса опада определялась однократно 15 мая после таяния снега. При сборе опада из опадоуловителей производилось деление его на фракции: хвоя, листья, ветви, кора, шишки. Остальные компоненты опада объединялись во фракцию — прочие. В лабораторных условиях производилось высушивание каждой фракции опада в сушильных шкафах при температуре 105°C до прекращения изменения массы с определением последней на торсионных весах с точностью до 0,01 г. Высушивание и определение массы производилось по каждому опадоуловителю в отдельности с последующим определением средних показателей статистическими методами. В ходе исследований были накоплены среднегодовые образцы фракций опада с определением их химического состава.

Наличие пробных площадей с различными таксационными показателями древостоев (табл. 1) позволило установить зависимости массы, динамики поступления на поверхность почвы и химического состава опада от типа леса, возраста и ряда других показателей. Как показали наши исследования, общая масса опада определяется прежде всего возрастом древостоя и типом леса (табл. 2). С увеличением возраста древостоя общая ежегодная масса растительного опада, поступающего на поверхность почвы, возрастает. Особенно четко это прослеживается по нашим материалам в условиях сосняка осоково-кустарничкового, где в 40-летнем насаждении на поверхность почвы поступает опада 9,0 ц/га при величине аналогичного показателя в 100-летнем насаждении 15,4 ц/га, что в 1,7 раза больше. Зависимость массы опада от возраста четко прослеживается и в условиях сосняка багульникового, где увеличение возраста древостоя с 72 до 114 лет повлекло увеличение массы ежегодного опада на 4,1 ц/га. В условиях сосняка кустарничково-сфагнового различия в массе опада между пробными площадями оказались крайне незначительными — 0,91 ц/га (7,6%), что, на наш взгляд, объясняется низким классом бонитета (V6) древостоев всех пробных площадей, кроме того, возраст древостоев на всех ППП в этом типе леса превышает 110 лет. Иными словами, древостои достигли возраста спелости, т. е. времени относительной

стабилизации, что и способствовало выравниванию массы органического опада. Интересно отметить, что спелые древостои одинакового возраста (100-114 лет) более продуктивных типов леса (сосняк осоково-кустарничковый и сосняк багульниковый) характеризуются большей массой опада (15,4-15,6 ц/га) по сравнению с сосняками кустарничково-сфагновыми — 11,7 ц/га.

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев пробных площадей

№ ППП	Возраст, лет	Состав	Средние		Густота, экз/га	Полнота	Запас, м³	Класс бонитета
			высота, м	диаметр, см				
Сосняк осоково-кустарничковый								
002	40	8С	2,9	2,7	8625	1,00	4	V
		2Б	3,5	3,7	625		1	
001	100	10С	13,6	15,3	1874	1,08	205	V
		С сух	9,7	8,2	492		—	
		ед. Б	3,2	2,6	108		—	
Сосняк багульниковый								
005	70	10С	8,7	12,3	2234	1,24	175	V
		С сух	5,8	7,3	366			
003	72	9,9С	7,7	8,6	3138	0,72	94	Va
		С сух	4,5	4,2	1975		12	
		0,1Б	4,6	4,3	163		—	
004	114	10С	11,5	15,6	1418	0,88	177	Va
		С сух	7,9	9,4	360		14	
		ед. Б	5,6	4,8	23		—	
Сосняк кустарничково-сфагновый								
006	113	10С	7,1	9,7	2263	0,69	68	Va
		С сух	6,6	8,1	750		16	
007	160	10С	6,7	10,3	1780	0,66	93	V6
		С сух	56,3	66,2	1312		19	
008	160	10С	7,1	11,0	2225	0,87	98	V6
		С сух	6,7	7,8	700		15	

Таблица 2

**Масса ежегодного опада
в сосновых насаждениях различных типов леса***

Номер ППП	Возраст, древос- тоя, лет	Фракционный состав опада						
		плоды	ветви	хвоя	кора	листья	прочие	итого
Сосняк осоково-кустарничковый, V класс бонитета								
002	40	<u>0,92</u>	<u>0,08</u>	<u>6,34</u>	<u>0,48</u>	<u>0,74</u>	<u>0,39</u>	<u>8,95</u>
		10,3	0,9	70,8	5,3	8,3	4,4	100
001	100	<u>0,54</u>	<u>1,46</u>	<u>10,60</u>	<u>1,90</u>	<u>0,30</u>	<u>0,58</u>	<u>15,38</u>
		3,5	9,5	68,9	12,4	1,9	3,8	100
Среднее		<u>0,73</u>	<u>0,77</u>	<u>8,47</u>	<u>1,19</u>	<u>0,52</u>	<u>0,49</u>	<u>12,17</u>
		6,0	6,3	69,6	9,8	4,3	4,0	100
Сосняк багульниковый, V—Va класс бонитета								
005	70	<u>0,57</u>	<u>0,68</u>	<u>9,71</u>	<u>1,37</u>	<u>0,01</u>	<u>0,51</u>	<u>12,85</u>
		4,4	5,3	75,6	10,7	0,1	3,9	100
003	72	<u>0,11</u>	<u>0,21</u>	<u>7,98</u>	<u>1,29</u>	<u>0,26</u>	<u>0,29</u>	<u>10,14</u>
		1,1	2,1	78,7	12,7	2,5	2,9	100
004	114	<u>1,54</u>	<u>1,25</u>	<u>9,51</u>	<u>2,44</u>	<u>0,27</u>	<u>0,60</u>	<u>15,61</u>
		9,9	8,0	60,9	15,6	1,7	3,8	100
Среднее		<u>0,74</u>	<u>0,71</u>	<u>9,07</u>	<u>1,70</u>	<u>0,18</u>	<u>0,47</u>	<u>12,87</u>
		5,7	5,5	70,5	13,2	1,4	3,7	100
Сосняк кустарничково-сфагновый, Vб класс бонитета								
006	113	<u>1,11</u>	<u>0,74</u>	<u>8,31</u>	<u>1,10</u>	<u>0,004</u>	<u>0,40</u>	<u>11,664</u>
		9,5	6,4	71,3	9,4	—	3,4	100
007	160	<u>0,50</u>	<u>0,52</u>	<u>7,91</u>	<u>1,32</u>	<u>0,01</u>	<u>0,86</u>	<u>11,12</u>
		4,5	4,7	71,1	11,9	0,1	7,7	100
008	160	<u>0,77</u>	<u>1,56</u>	<u>7,70</u>	<u>1,48</u>	<u>0,01</u>	<u>0,51</u>	<u>12,03</u>
		6,4	13,0	64,0	12,3	0,1	4,2	100
Среднее		<u>0,80</u>	<u>0,94</u>	<u>7,97</u>	<u>1,30</u>	<u>1,01</u>	<u>0,59</u>	<u>11,61</u>
		6,9	8,1	68,6	11,2	0,1	5,1	100

* Числитель — кг/га, знаменатель — %.

Проведенные исследования показали, что основную массу опада составляет хвоя (60,9-78,7%), при этом варьирование средних показателей доли хвои по типам леса не превышает 1,9% (68,6-70,5%).

На ППП всех типов леса четко прослеживается тенденция снижения доли хвои в опаде с увеличением возраста древостоя. Для доли коры характерна обратная закономерность. Так, если в 40-летнем древостое сосняка осоково-сфагнового доли хвои и коры составляли соответственно 70,8 и 5,3%, то в 100-летнем — 68,9 и 12,4%. Аналогичная зависимость возрастания с увеличением возраста древостоя характерна и для фракции ветвей. Если в 40-летнем древостое сосняка осоково-сфагнового масса ветвей в опаде составляет 0,08 ц/га (0,9%), то в 100-летнем — 1,46 ц/га (9,5%). Наши исследования подтверждают выводы Н. И. Казиминова (1977), и Н. И. Казиминова с соавт. (1973, 1979) о влиянии возраста древостоев на массу и фракционный состав опада, полученные при изучении хвойных лесов европейского Севера.

Для болотных древостоев характерна крайне незначительная примесь в составе лиственных пород и, как следствие этого, очень незначительная примесь листьев в растительном опаде (0,1-2,5%). Исключение составляет ППП — 002, где доля листвы составляет 8,3% (0,74 ц/га). Последнее объясняется тем, что сразу после проведения лесосушительных работ в составе молодняков возрастает доля лиственных пород, в частности березы пушистой.

При изучении малого биологического круговорота весьма важно знать периодичность поступления растительного опада на поверхность почвы. Именно время поступления опада на поверхность почвы определяет в значительной степени скорость разложения лесной подстилки, эффективность поступления в почву элементов зольного и азотного питания и, в конечном счете, биологическую активность почвы. Материалы исследований показали неравномерность поступления на поверхность почвы в течение года всех фракций опада (табл. 3).

Таблица 3

Годичная динамика опада в условиях сосняка багульникового, %

Фракции опада	Месяцы						Итого за год
	XI-V	VI	VII	VIII	IX	X	
Плоды	7,3	11,5	65,1	7,3	3,1	5,7	100
Ветви	70,9	9,3	12,5	6,4	0,3	0,6	100
Хвоя	6,2	1,4	5,1	4,5	16,9	65,9	100
Кора	51,4	7,0	15,9	14,9	7,9	2,9	100
Листья	—	—	—	1,5	45,6	52,9	100
Прочие	27,4	15,8	23,5	7,8	15,7	9,8	100
Всего	18,6	4,1	15,9	6,4	12,8	42,2	100

Как следует из материалов табл. 3, основная масса опада приходится на октябрь (42,2%) и сентябрь (12,8%) при минимальном количестве в июне (4,1%). Доля опада за период с наличием снежного покрова (7 месяцев) составляет только 18,6% или менее 1/5 суммарного годового опада.

Распределение отдельных фракций опада по месяцам оказалось крайне неравномерным. Так, только за два осенних месяца (сентябрь и октябрь) на поверхность почвы поступает 98,5% листьев и 82,8% хвои. В зимние месяцы основную часть растительного опада составляют ветви и кора. По нашим данным, за период с ноября по май на поверхность почвы поступает 70,9% ветвей и 51,4% коры от общей массы опада этих фракций за год. Основная масса плодов (шишки, семена) опадает в июле — (65,1%), а минимальным количеством в опаде этой фракции характеризуется сентябрь (3,1%). Данные о годичной динамике опада носят не только научное, но и практическое значение. Так, они могут использоваться при расчете оптимальных сроков учета фитомассы древостоев, сопоставлении таблиц биологической продуктивности, составленных в разные сроки, и т. п. В. П. Фирсова с соавт. (1990) предложили общую массу опада разделять на три фракции: листья (1), хвоя (2), и шишки, ветви и прочее (3). Первые две фракции отнесены к активной части опада, которая в основном определяет его количественные и качественные показатели и в конечном счете — скорость биологического круговорота. Третья фракция составляет неактивную часть опада, влияющую на биологический круговорот в меньшей степени. Как показали наши исследования, поступление на поверхность почвы активной части опада дифференцировано по сезонам года. Четко наблюдается доминирование этой части опада в первые два осенних месяца.

Распределение опада по фракциям и сезонам года в пределах ППП и типов леса приведено в табл. 4. Материалы табл. 4 наглядно свидетельствуют, что в условиях болотных сосновых древостоев Среднего Урала основная масса всех фракций растительного опада поступает на поверхность почвы в теплый период года, что способствует их быстрому перегниванию. Исключение составляют фракции ветвей и коры, доля поступления которых в зимние месяцы оказалась примерно равной таковой в теплые месяцы, а в ряде случаев даже превышала последнюю.

Химический анализ растительного опада и расчеты содержания химических элементов, поступающих с растительным опадом в почву, показали, что в данном звене биологического круговорота перемещается значительное количество элементов питания (табл. 5).

Особенно богата зольными элементами хвоя. Как показали наши исследования, только с хвоей ежегодно поступает в среднем около 4 кг азота, 5,7 кг кальция и другие зольные элементы. Существенно беднее хвои кора, ветви и шишки. С увеличением возраста болотных сосновых древостоев масса основных зольных элементов и азота, поступающих с опадом, возрастает вплоть до шестого класса, а затем снижается.

Таблица 4

Сезонное поступление опада по фракциям в %

ППП	Сезон года	% от годового поступления					
		плоды	ветви	хвоя	кора	листва	прочее
Сосняк осоково-кустарничковый							
002	холодный	—	55,0	15,5	30,4	—	6,2
	теплый	100,0	45,0	84,5	69,6	100,0	93,8
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
001	холодный	—	74,2	5,2	30,4	—	6,2
	теплый	100,0	25,8	94,8	69,6	100,0	93,8
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Сосняк багульниковый							
005	холодный	11,9	73,1	6,3	35,7	—	5,5
	теплый	88,1	26,9	93,7	64,3	100,0	94,5
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
003	холодный	57,1	41,3	6,1	30,3	1,5	15,1
	теплый	42,9	58,7	92,9	69,7	98,5	84,9
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
004	холодный	7,3	70,9	6,2	51,4	—	9,3
	теплый	92,7	29,1	93,8	48,6	100,0	90,7
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Сосняк кустарничково-сфагновый							
006	холодный	20,4	30,4	6,3	35,0	—	15,2
	теплый	79,6	69,6	93,7	65,0	100,0	84,8
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
007	холодный	8,7	63,8	9,9	51,2	4,9	20,6
	теплый	91,3	36,2	90,1	48,8	95,1	79,4
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
008	холодный	—	41,4	9,4	47,2	—	20,3
	теплый	100,0	58,6	90,6	52,8	100,0	79,7
	за год	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 5

**Содержание азота и зольных элементов во фракциях
опада в древостоях разных классов возраста**

Класс возраста	Содержание азота и зольных элементов в г/га (числитель) и % от среднего (знаменатель)						
	N общ.	Ca	P	K	Na	Mg	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Ветви							
II	<u>66,2</u> 11,2	— —	<u>0,2</u> 1,0	<u>4,9</u> 18,2	— —	— —	<u>71,3</u> 6,0
IV	<u>468,2</u> 79,4	<u>319,2</u> 110,5	<u>32,0</u> 161,8	<u>35,1</u> 130,5	<u>252,0</u> 110,7	<u>42,5</u> 103,7	<u>1149,0</u> 96,2
V	<u>767,6</u> 130,2	<u>383,8</u> 132,8	<u>33,8</u> 170,9	<u>50,7</u> 188,5	<u>301,0</u> 132,2	<u>76,7</u> 187,2	<u>1613,6</u> 135,2
VI	<u>729,7</u> 123,8	<u>398,0</u> 137,8	<u>27,9</u> 141,1	<u>43,8</u> 162,8	<u>262,8</u> 115,5	<u>53,0</u> 129,3	<u>1515,2</u> 126,9
VIII	<u>916,5</u> 155,4	<u>343,7</u> 119,0	<u>5,0</u> 25,3	следы —	<u>322,4</u> 141,6	<u>32,7</u> 79,8	<u>1620,3</u> 135,7
Сред- нее	<u>589,64</u> 100	<u>288,94</u> 100	<u>19,78</u> 100	<u>26,9</u> 100	<u>227,64</u> 100	<u>40,98</u> 100	<u>1193,88</u> 100
Хвоя							
II	<u>3683,1</u> 90,5	<u>4219,8</u> 70,0	<u>160,9</u> 74,4	<u>334,5</u> 70,0	<u>1473,1</u> 78,5	<u>803,4</u> 61,4	<u>10674,8</u> 76,4
IV	<u>3521,6</u> 86,5	<u>5785,5</u> 96,0	<u>260,2</u> 120,3	<u>419,0</u> 87,7	<u>2062,8</u> 110,0	<u>1425,2</u> 108,9	<u>13474,3</u> 96,4
V	<u>5998,4</u> 147,4	<u>7554,0</u> 125,4	<u>244,1</u> 112,8	<u>646,8</u> 135,4	<u>2310,2</u> 123,2	<u>1666,6</u> 127,4	<u>18420,1</u> 131,8
VI	<u>2397,0</u> 58,9	<u>6687,0</u> 111,0	<u>319,5</u> 147,7	<u>657,9</u> 137,7	<u>1968,2</u> 104,9	<u>1598,3</u> 122,2	<u>13627,9</u> 97,5
VIII	<u>4754,6</u> 116,8	<u>5882,8</u> 97,6	<u>97,0</u> 44,8	<u>330,2</u> 69,1	<u>1563,1</u> 83,3	<u>1047,4</u> 80,1	<u>13675,1</u> 97,9
Сред- нее	<u>4070,94</u> 100	<u>6025,82</u> 100	<u>216,34</u> 100	<u>477,69</u> 100	<u>1875,48</u> 100	<u>1308,18</u> 100	<u>13974,44</u> 100

Окончание табл.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Кора							
II	<u>279,0</u> 35,6	<u>197,8</u> 23,4	<u>18,3</u> 44,4	<u>20,8</u> 35,6	<u>144,0</u> 39,6	<u>35,5</u> 32,9	<u>695,4</u> 31,6
IV	<u>740,7</u> 94,4	<u>699,5</u> 82,6	<u>49,4</u> 120,0	<u>56,2</u> 96,2	<u>411,5</u> 113,2	<u>109,7</u> 101,5	<u>2067,0</u> 93,9
V	<u>730,2</u> 93,1	<u>986,7</u> 116,6	<u>51,2</u> 124,3	<u>65,3</u> 111,8	<u>440,1</u> 121,1	<u>98,7</u> 91,3	<u>2372,1</u> 107,7
VI	<u>1295,6</u> 165,2	<u>1502,8</u> 177,5	<u>41,6</u> 101,0	<u>85,5</u> 146,4	<u>510,3</u> 140,4	<u>155,4</u> 143,8	<u>3591,2</u> 163,1
VIII	<u>876,9</u> 111,8	<u>845,6</u> 99,9	<u>45,4</u> 110,2	<u>64,3</u> 110,1	<u>311,6</u> 85,7	<u>141,0</u> 130,5	<u>2284,8</u> 103,8
Сред- нее	<u>784,48</u> 100	<u>846,48</u> 100	<u>41,18</u> 100	<u>58,40</u> 100	<u>363,50</u> 100	<u>108,06</u> 100	<u>2202,10</u> 100
Шишки и семена							
II	<u>246,4</u> 113,3	<u>59,1</u> 151,1	<u>следы</u> —	<u>73,9</u> 187,5	<u>221,8</u> 131,6	<u>88,7</u> 206,7	<u>689,9</u> 134,9
IV	<u>29,8</u> -13,7	<u>6,0</u> 15,3	<u>4,8</u> 123,1	<u>1,2</u> 3,0	<u>23,6</u> 14,0	<u>3,6</u> 8,4	<u>69,0</u> 13,5
V	<u>142,5</u> 65,5	— —	<u>1,7</u> 43,6	<u>14,3</u> 36,3	<u>111,2</u> 66,0	— —	<u>269,7</u> 52,7
VI	<u>423,3</u> 194,6	<u>81,4</u> 208,1	<u>8,1</u> 207,7	<u>66,8</u> 169,5	<u>322,4</u> 191,3	<u>81,4</u> 189,7	<u>983,4</u> 192,3
VIII	<u>245,5</u> 112,9	<u>49,1</u> 125,5	<u>4,9</u> 125,6	<u>40,9</u> 103,8	<u>163,7</u> 97,1	<u>40,9</u> 95,3	<u>545,0</u> 106,6
Сред- нее	<u>217,50</u> 100	<u>39,12</u> 100	<u>3,90</u> 100	<u>39,42</u> 100	<u>168,54</u> 100	<u>42,92</u> 100	<u>511,40</u> 100

Обобщение экспериментальных данных позволило составить ряды накопления элементов азотного и минерального питания по фракциям опада.

Класс
возраста

Ряды накопления

Ветви

II
IV
V
VI
VIII

N>K>P
N>Ca>Na>Mg>K>P
N>Ca>Na>Mg>K>P
N>Ca>Na>Mg>K>P
N>Ca>Na>Mg>P

	Хвоя	
II		Ca>N>Na>Mg>K>P
IV		Ca>N>Na>Mg>K>P
V		Ca>N>Na>Mg>K>P
VI		Ca>N>Na>Mg>K>P
VIII		Ca>N>Na>Mg>K>P
	Кора	
II		N>Ca>Na>Mg>K>P
IV		N>Ca>Na>Mg>K>P
V		Ca>N>Na>Mg>K>P
VI		Ca>N>Na>Mg>K>P
VIII		N>Ca>Na>Mg>K>P
	Шишки и семена	
II		N>Na>Mg>K>Ca>P сл.
IV		N>Na>Ca>P>Mg>K
V		N>Na>K>P
VI		N>Na>Ca>Mg>K>P
VIII		N>Na>Ca>Mg>K>P

В результате проведенных исследований выявлены основные закономерности динамики фракционного опада и возврата элементов питания в болотных сосновых древостоях Среднего Урала. Собранные обширные экспериментальные материалы позволяют лучше понять процесс малого биологического круговорота и могут быть использованы при разработке научно-обоснованных рекомендаций по ведению лесного хозяйства как в болотных, так и в осушенных сосновых древостоях Среднего Урала.

Библиографический список

- Казимиров Н. И. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л.; 1977. 304 с.
- Казимиров Н. И., Морозова Р. М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л.; 1973. 175 с.
- Казимиров Н. И., Морозова Р. М., Куликова В. К. Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л.; 1979. 216 с.
- Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск, 1973. 176 с.
- Фирсова В. П., Павлова Т. С., Дедков В. С. Биогеоэкологические связи и почвообразование в сопряженных ландшафтах Среднего Урала. Свердловск, 1990. 130 с.
- Чиндяев А. С., Бирюкова Л. А., Маковский В. И. Общая характеристика стационара «Северный» в Уральском учебно-опытном лесхозе //Актуальные проблемы осушения лесов на Среднем Урале: Информ. материалы. Свердловск, 1989. С. 171-173.
- Чиндяев А. С., Бирюкова Л. А., Маковский В. И. Лесоводственно-мелиоративная характеристика стационара «Северный» Уральского лесотехнического института //Лесоэкологические и палинологические исследования болот на Среднем Урале: Пре-принт. Свердловск, 1990. С. 3-13.