

УДК 674.032.475.4

З.Я. Нагимов, И.Н. Артемьева, В.З. Нагимов

Уральский государственный лесотехнический университет

Нагимов Зуфар Ягфарович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесной таксации и лесоустройства, декан лесохозяйственного факультета Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 150 научных работ по проблемам роста и биологической продуктивности лесов.

E-mail: nagimov@usfeu.ru



Артемьева Ирина Николаевна родилась в 1985 г., окончила в 2007 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант УГЛТУ. Имеет 6 научных работ по проблемам роста и структуры фитомассы лесов.

E-mail: nagimov@usfeu.ru



Нагимов Валерий Зуфарович родился в 1984 г., окончил в 2007 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант УГЛТУ. Имеет около 10 печатных научных работ по проблемам роста и структуры фитомассы лесов.

E-mail: nagimov@usfeu.ru



СТРУКТУРА И ДИНАМИКА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЛИШАЙНИКОВОГО ТИПА ЛЕСА

Изучена структура надземной фитомассы сосновых древостоев в лишайниковом типе леса. Выявлены закономерности формирования стволовой и кроновой массы древостоев и составлена таблица для их оценки.

Ключевые слова: сосняк лишайниковый, надземная фитомасса, пробные площади, модельные деревья, уравнения зависимости.

Согласно решениям Киотского протокола многие страны, в том числе и Россия, приступили к реализации программ по связыванию и консервации углерода в его глобальном круговороте. Оценка углероддепонирующей способности лесов может обеспечить нашей стране высокие экологические и экономические выгоды, а сдерживающим фактором в реализации указанного протокола является нехватка экспериментальных данных о депонировании углерода в фитомассе и первичной продукции насаждений [2, 10]. Известно, что депонирование углерода в любой точке Земли для изменения состояния биосферы равноценно, так как эмиссии этого газа не концентрируются над определенными территориями, а рассеиваются в атмосфере планеты [4]. Поэтому признается важность региональных оценок запасов углерода с использованием

экспериментальных данных по биологической продуктивности насаждений. В сосняках лишайниковых Западной Сибири подобные работы ранее не проводились.

Настоящие исследования являются составной частью комплексных работ по изучению роста и продуктивности сосняков лишайниковых Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) в пределах Сибирско-Уральской ландшафтной области и выполнены на территории Аганского и Мегионского лесничеств. Район исследований по схеме зонального расчленения Западно-Сибирской равнины Г.В. Крылова и А.Г. Крылова [3] находится в северной подзоне таежной зоны. Экспериментальным материалом послужили данные 24 пробных площадей, заложенных в соответствии с ОСТ 56-69–83 [6]. На всех пробных площадях выполнялся сплошной пересчет деревьев по породам, ступеням толщины и классам роста и развития по Крафту. Модельные деревья отбирались по способу пропорционального ступенчатого представительства. У них, кроме общепринятых таксационных показателей, в соответствии с методическими рекомендациями В.А. Усольцева и З.Я. Нагимова [11] определялась надземная фитомасса в свежесрубленном и абсолютно сухом (после высушивания в термостатах до постоянного веса) состояниях по фракциям: древесина и кора ствола, древесина и кора ветвей, хвоя, генеративные органы (шишки) и отмершие ветви. Всего было срублено и обмерено более 220 модельных деревьев. Таксационные показатели модельных деревьев и древостоев на пробных площадях определялись в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами, запас фитомассы по фракциям – на основе пересчетной ведомости после графического выравнивания соответствующих данных модельных деревьев в зависимости от их диаметров.

Исследования проведены в наиболее распространенных в данном районе (типичных) древостоях лишайникового типа леса. Пробными площадями охвачены чистые одновозрастные сосновые насаждения I–VII классов возраста с относительной полнотой 0,53 ... 0,82.

Надземную фитомассу оценивали отдельно по естественным возрастным рядам роста и развития, которые были выделены при изучении хода роста древостоев. Особенности роста древостоев и их надземная фитомасса изучены на материалах одних и тех же пробных площадей.

Анализ экспериментального материала показал, что сосновые насаждения в лишайниковом типе леса района исследований характеризуются V и Va классами бонитета. Поэтому при определении принадлежности древостоев к одному естественному ряду в пределах исследуемого типа леса исходные материалы были сгруппированы по общности класса бонитета. В пределах классов бонитета, с учетом рекомендаций Г.С. Разина [7], пробные площади, у которых видовая высота отклонялась от выровненной средней более чем на 10 % в молодняках и на 7 % в насаждениях более старшего возраста, из дальнейшей обработки исключались.

Возрастную динамику надземной фитомассы древостоев выявляли графо-аналитическим методом с использованием средств статистико-графической системы STATGRAPHICS Plus for Windows. Для статистической оценки рабатываемых уравнений указанной системой предусмотрено вычисление коэффициента детерминации (R^2), стандартной ошибки (δ), достоверности коэффициентов по критерию Стьюдента (t) и др. показателей. При описании зависимостей отдельных фракций надземной фитомассы древостоев от их среднего возраста лучшие результаты обеспечили уравнения полиномиальной регрессии:

$$Y = a_0 + a_1X^1 + a_2X^2 + \dots + a_nX^n. \quad (1)$$

Полученные отдельно по классам бонитета коэффициенты уравнений (1) для различных фракций абсолютно сухой фитомассы приведены в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показал, что в абсолютном большинстве случаев коэффициенты регрессии значимы на 5 %-м уровне. Все уравнения характеризуются сравнительно низкими для указанных зависимостей ошибками. Коэффициенты детерминации свидетельствуют о правильности подобранных для аппроксимации линий. Причем в исследуемых древостоях при описании возрастной динамики фитомассы крон вполне надежные результаты обеспечивает полиномиальное уравнение второй степени, а зависимость фитомассы стволов и хвои от возраста более точно передается полиномом третьей степени.

На основе коэффициентов уравнений табл. 1 по заданным значениям возраста отдельно по классам бонитета была определена фитомасса древостоев на 1 га по фракциям. Фрагмент разработанной таблицы приведен ниже (табл. 2). Для повышения информативности она дополнена таксационными показателями древостоев (средняя высота, средний диаметр и запас), которые были предварительно определены графоаналитическим методом.

Таблица 1

Характеристика уравнений зависимости фракций фитомассы основных древостоев лишайникового типа леса от их возраста

Фракция фитомассы, т/га	Коэффициенты				R^2	δ
	a_0	a_1	a_2	a_3		
Класс бонитета – V						
Ствол	0,167023	0,223807	0,004576	-0,000022	0,84	0,16
Древесина ствола	0,601928	0,127852	0,004835	-0,000022	0,84	0,20
Крона	1,387140	0,116572	-0,000242	-	0,72	0,13
Хвоя	0,752827	0,069677	-0,000620	0,000002	0,70	0,07
Класс бонитета – Va						
Ствол	-1,224330	0,096454	0,004236	-0,000018	0,84	0,21
Древесина ствола	-0,438561	0,031343	0,004300	-0,000017	0,84	0,17
Крона	0,728352	0,103588	-0,000172	-	0,72	0,17
Хвоя	0,664635	0,057790	-0,000484	0,000001	0,71	0,03

Анализируя полученные данные, необходимо отметить следующее. Закономерности изменения запасов стволов в зависимости от возраста и условий местопрорастания (классов бонитета) в весовых и объемных единицах практически совпадают. Фитомасса стволов в однородных лесорастительных условиях закономерно возрастает с увеличением возраста, при фиксированном возрасте она выше в насаждениях более высокого класса бонитета. Масса 1 м³ стволовой древесины в коре в абсолютно сухом состоянии закономерно увеличивается с повышением возраста древостоев: в сосняках V класса бонитета – от 400 до 432 кг, в сосняках Va класса – от 405 до 433 кг. Данный факт объясняется возрастной и экологической изменчивостью плотности древесины [5].

Из табл. 2 можно получить сведения о процентном содержании коры в фитомассе стволов. Доля абсолютно сухой коры в исследуемых древостоях колеблется от 11,7 до 23,6 %. С увеличением возраста процент коры в общей фитомассе стволов заметно снижается: в сосняках V класса бонитета – от 22,8 до 11,7 %, в сосняках Va класса – от 23,6 до 12,4 %. Основной причиной такого положения является отпад коры на фоне постоянного нарастания древесины. При одинаковом возрасте процентное содержание коры несколько выше в сосняках Va класса. Данное положение объясняется тем, что при одинаковом возрасте в лучших условиях местопрорастания деревьев, слагающие древостой, характеризуются большими объемами, чем в худших условиях. Уменьшение процента коры с ростом объема (диаметра) деревьев в специальной литературе является известным фактом [9].

Таблица 2

**Таксационные показатели и абсолютно сухая надземная фитомасса
сосновых древостоев лишайникового типа леса**

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас, м ³ /га	Фитомасса, т/га				
				стволов			крон	
				Всего	В том числе		Всего	В том числе хвои
древесины	коры							
Класс бонитета – V								
20	3,4	2,3	16	6,40	4,94	1,46	3,71	1,91
40	6,0	5,7	37	15,01	12,07	2,94	5,66	2,65
60	8,4	9,5	61	25,25	20,96	4,29	7,51	3,06
80	10,5	13,2	86	35,95	30,59	5,36	9,16	3,20
100	12,4	16,6	109	46,02	39,89	6,13	10,62	3,16
120	14,1	19,2	127	54,40	47,81	6,59	11,89	3,02
140	15,5	20,9	139	60,02	52,97	7,05	12,86	2,86
Класс бонитета – Va								
20	1,8	1,3	7	2,84	2,17	0,67	2,80	1,64
40	4,0	3,6	21	8,57	6,87	1,7	4,60	2,28
60	5,9	6,3	39	15,99	13,23	2,76	6,33	2,65
80	7,8	9,3	59	24,54	20,83	3,71	7,92	2,82
100	9,4	12,2	78	33,08	28,59	4,49	9,37	2,83
120	10,9	14,8	95	40,76	35,68	5,08	10,69	2,74
140	12,3	16,9	108	46,73	40,95	5,78	11,64	2,63

Несомненный интерес представляет анализ особенностей формирования фитомассы крон и структурных элементов исследуемых сосняков. Из структурных элементов кроны особое внимание заслуживает хвоя, так как от фотосинтезирующей массы древостоя, в конечном итоге, зависит его состояние, рост и продуктивность.

Полученные нами материалы свидетельствуют, что выровненные значения запасов хвои колеблются от 1,64 до 3,20 т/га. Формирование фотосинтезирующей массы происходит в тесной зависимости от качества условий местопроизрастания. Чем богаче лесорастительные условия, тем больше возможностей имеют древостои для увеличения темпов продуцирования, а следовательно, и массы ассимиляционного аппарата. Поэтому на всем протяжении роста и развития сосняки V класса бонитета характеризуются большими запасами хвои, чем сосняки Va класса. Известно, что о характере возрастной динамики фитомассы хвои в специальной литературе встречаются различные, иногда даже противоречивые мнения [5]. Из данных табл. 2 видно, что запасы хвои с возрастом увеличиваются и, достигнув максимума, постепенно снижаются. Причем возраст кульминации запасов хвои в сосняках V класса бонитета наступает несколько раньше (80 лет), чем в сосняках Va класса (90 лет). Известно, что формирование фотосинтезирующей массы тесно связано с характером освоения древостоями ресурсов среды (свет, влага, элементы минерального питания) и интенсивностью их естественного изреживания на разных возрастных этапах [5].

Запасы фитомассы крон (живые ветви, хвоя и генеративные органы) с возрастом закономерно увеличиваются. Таким образом, характер возрастной динамики запасов крон и хвои различен. Данное положение находится в полном соответствии с материалами других исследователей. Объясняется это структурно-функциональной специализацией ветвей. Для поддержания эффективной работы ассимиляционного аппарата с возрастом дерева перестраивают крону в направлении развития неохвоенной ядровой части [8, 12]. Указанная особенность подтверждается и долей участия хвои в общей массе крон, которая с возрастом закономерно снижается (в сосняках V класса – от 51,5 до 22,2 %, в сосняках Va – от 58,6 до 22,6 %).

Формирование фитомассы крон в значительной степени определяется лесорастительными условиями. При одинаковом возрасте запасы крон значительно выше в сосняках V класса бонитета, чем в сосняках Va класса. Различия по запасам крон в относительном выражении между ними с возрастом закономерно уменьшаются. Это свидетельствует о том, что с возрастом процесс падения интенсивности накопления массы крон в лучших лесорастительных условиях идет несколько быстрее, тогда как в менее благоприятных условиях местопроизрастания он более растянут во времени.

Следует отметить, что интенсивность накопления запасов крон значительно ниже, чем запасов стволов. Так, в сосняках V класса бонитета за период от 20 до 140 лет масса стволов увеличилась в 9,4 раза, а масса крон – только в 3,5 раза.

Это связано с тем, что у отдельных деревьев накопление кроновой массы (в отличие от стволовой) с возрастом происходит на фоне частичного отпада ветвей. С возрастом темпы накопления запасов крон заметно снижаются и доля крон в общей фитомассе древостоев закономерно сокращается: в сосняках V класса бонитета – от 36,7 до 17,6 %, в сосняках Va класса – от 49,6 до 19,9 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований впервые в лишайниковом типе леса изученного района выявлены закономерности формирования стволовой и кроновой массы сосновых древостоев. Установлено, что надземная фитомасса древостоев в абсолютно сухом состоянии колеблется от 5,64 (20-летние сосняки Va класса бонитета) до 72,88 т/га (140-летние сосняки V класса). В зависимости от возраста и класса бонитета насаждений отмечено закономерное изменение как абсолютных значений надземной фитомассы, а следовательно, их структурных частей, так и соотношений последних между собой.

Полученные нами материалы могут служить теоретической и экспериментальной основой для оценки углерододепонирующей способности древостоев, а также обоснования различных режимов выращивания насаждений в лишайниковом типе леса ХМАО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабич Н.А., Васильев А.В.* Ресурсный потенциал надземной фитомассы сосняка лишайникового и методы его учета // Лесн. журн. 1992. № 1. С. 20–24. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. *Вараксин Г.С., Поляков В.И., Люминарская М.А.* Биологическая продуктивность сосны обыкновенной в Средней Сибири // Лесоведение. 2008. № 3. С. 14–19.
3. *Крылов Г.В., Крылов А.Г.* Леса Западной Сибири // Леса СССР. М.: Наука, 1969. С. 157–247.
4. *Курбанов Э.А.* Углерододепонирующие насаждения Киотского протокола. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2007. 184 с.
5. *Нагимов З.Я.* Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: автореф. дис...д-ра с.-х. наук. Екатеринбург, 2000. 43 с.
6. ОСТ 56-69–83. Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. М., 1983. 23 с.
7. *Разин Г.С.* Изучение и моделирование хода роста древостоев (на примере ельников Пермской области) // Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. 43 с.
8. *Семечкина М.Г.* Структура фитомассы сосняков. Новосибирск: Наука, 1978. 165 с.
9. *Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г.* Справочник таксатора. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 854 с.
10. *Усольцев В.А.* Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. 192 с.
11. *Усольцев В.А., Нагимов З.Я.* Методы таксации фитомассы деревьев. Свердловск: Урал. лесотехн. ин-т, 1988. 44 с.
12. *Усольцев В.А.* Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 762 с.

Поступила 27.04.10

Z.Ya. Nagimov, I.N. Artemyeva, V.Z. Nagimov
The Ural State Forest Engineering University

Structure and Dynamics of Top Phytomass of Pine Stands in Lichen Forests

The structure of top phytomass of pine stands in lichen forests has been studied. Patterns of forming of trunk and crown mass of stands have been detected and a table for their evaluation has been compiled.

Key words: lichen pine stand, top phytomass, test areas, sample trees, equations of dependence.
