

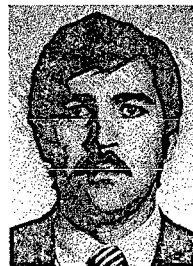
УДК 630*52:630*174.754

***В. А. Усольцев, З. Я. Нагимов, А. Б. Фимушин, А. И. Колтунова,
М. В. Азаренок***

Усольцев Владимир Андреевич родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Уральской государственной лесотехнической академии, заведующий лабораторией экологии и биопродуктивности антропогенных растительных сообществ Ботанического сада УрО РАН. Имеет около 200 печатных научных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности и структуры фитомассы лесов.



Нагимов Зуфар Ягфарович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 100 научных работ по проблемам продуктивности и структуры фитомассы лесов.



Колтунова Александра Ивановна родилась в 1947 г., окончила в 1971 г. Казахский сельскохозяйственный институт, кандидат сельскохозяйственных наук, докторант Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 80 печатных работ по проблемам роста и продуктивности лесов.



Азаренок Максим Васильевич родился в 1974 г., окончил в 1996 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, аспирант УГЛТА.



ХОД РОСТА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ПРИПОЛЯРНЫХ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ

Впервые для приполярных лиственничников Западной Сибири составлена ТХР нормальных древостоев, совмещенная с таблицей биологической продуктивности по надземной фитомассе.

Динамика биологической продуктивности лиственницы все еще изучена слабо, особенно на северном пределе ареала. Таблицы биологической продуктивности обычно составляют путем стыковки регрессионных моделей динамики фитомассы с традиционными ТХР [11, 12]. Поскольку для приполярных лиственничников Западной Сибири на сегодня нет ни тех, ни других, нами предпринята попытка совместного составления ТХР нормальных древостоев и таблиц биопродуктивности. Исследования выполнены в Ямало-Ненецком национальном округе (Тюменская область) на площадях Госземзапаса в 60 ... 80 км к северу от п. Уренгой (67° с. ш., 78° в. д.) и в Тарко-Салинском лесхозе (65° с. ш., 78° в. д.). В августе 1997 и 1998 гг. в лиственничниках (*Larix sibirica* Ledeb.) возраста 25 ... 350 лет по методике ОСТ 56-60-83 заложено 17 пробных площадей, из них 4 на плакорах (лишайниковый тип леса) по правому берегу р. Пур и 13 в сомкнутых древостоях надпойменных террас (зеленомошно-ягодниковый и багульниково-брусничный типы леса) [13]. На пробных площадях по ступеням толщины взято на фитомассу 111 модельных деревьев, по 5–9 на каждой. Методика определения фракционного состава фитомассы изложена ранее [13]. Выполнена инструментальная таксация древостоев на 75 круговых реласкопических площадках.

При таксации лесов региона сегодня применяются стандартные таблицы с одним входом (только по средней высоте), составленные для других регионов. Но регионы резко отличаются по природно-климатическим условиям. Ряд исследователей в целях повышения точности считают целесообразным составлять стандартную таблицу по двум входам – средней высоте древостоев и классу бонитета [1–3, 5, 9]. Подобный подход был применен и в нашем исследовании.

На первом этапе из исходного массива данных были сформированы выборки максимальных значений суммы площадей сечений (G , м²/га) по классам бонитета. Из этих же выборок взяты величины видовых высот (HF , м). Значения G и HF при фиксированном H_{100} нанесены на графики в зависимости от средней высоты (H , м) и аппроксимированы по программе SYSTAT-5 двухфакторными уравнениями

$$G = f(H, H_{100}); \quad (1) \qquad HF = f(H, H_{100}), \quad (2)$$

характеристика которых дана в табл. 1.

Для построения моделей возрастной динамики средней высоты H и среднего диаметра (D , см) в расчет были включены те же выборки, по которым рассчитаны модели для G и HF , дополненные пробными площадками, значения G которых отклонялись не более 10 % от максимальных G согласно (1). Рассчитаны уравнения (табл. 1)

$$D = f(A, H_{100}); \quad (3) \qquad H = f(A, H_{100}), \quad (4)$$

где A – возраст древостоя, лет.

Запас древостоя (M , м³/га) получен как произведение расчетных значений G и HF , а густота (N , тыс. экз./га) – по величинам G и D .

Таблица 1

Константы и независимые переменные	Зависимые переменные										
	$\ln D$	$\ln H$	$\ln G$	HF	$\ln P_s$	$\ln P_k$	$\ln(P_y/M)$	$\ln(P_f/M)$			
a_0	-17,0882	-15,1278	-0,3527	1,9828	-0,7874	-2,3521	-0,0985	-0,7294			
$a_1(\ln A)$	5,4011/10,4	4,6615/12,8	-	-	-0,0490/3,3	0,3036/3,7	-	-			
$a_2(\ln A)^2$	-0,3640/12,5	-0,3171/15,5	-	-	-	-	-	-			
$a_3(\ln H)$	-	-	1,3249/23,3	-	0,1119/2,8	-0,6321/2,8	-1,1159/5,1	-0,7946/4,6			
$a_4(\ln H)^2$	-	-	-0,0157/2,8	-	-	-	-	-			
$a_5(H)$	-	-	-	0,4281/25,1	-	-	-	-			
$a_6(H_{100})$	-	-	-	-0,0590/5,3	-	-	-	-			
$a_7(\ln H_{100})$	3,3504/4,5	3,1353/5,9	0,6416/8,0	-	-	-	-	-			
$a_8(\ln H_{100})^2$	-	-	-0,0612/3,5	-	-	-	-	-			
$a_9(\ln A)(\ln H_{100})$	-0,5044/3,1	-0,4343/3,7	-	-	-	-	-0,2160/2,6	-			
$a_{10}(\ln N)$	-	-	-	-	0,9916/79,9	1,0358/15,1	-	-			
$a_{11}(\ln M)$	-	-	-	-	-	-	-	-			
$a_{12}[\ln(P_y/M)]$	-	-	-	-	-	-	-	0,5484/3,4			
-	0,919	0,947	0,948	0,979	0,999	0,977	0,654	0,881			

Коэффициент детерминации R^2

Примечание. Первая цифра – значение константы, вторая – ее значимость по t-критерию Стьюдента.

Таблица 2

Возраст, лет	Средние		Видовая высота, м	Густота, тыс. экз./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Наземная фитомасса, т/га				Итого	
	диаметр, см	высота, м					Стволы		Ветви	Хвоя		
							Всего	Кора				
Листоветвничник зеленопошно-ягодниковый; IV класс бонитета												
20	3,0	3,53	2,45	16,124	11,4	28	12,3	3,4	3,4	3,4	1,6	17,3
40	8,7	8,50	4,55	3,704	22,0	100	46,4	8,9	8,9	8,9	1,9	54,6
60	13,7	12,7	6,38	1,914	28,2	180	85,3	14,3	14,3	14,3	2,1	95,7
80	17,6	15,6	7,64	1,287	31,3	239	114,0	18,4	18,4	18,4	2,2	125,7
100	20,5	17,8	8,54	1,003	33,1	283	135,2	21,7	21,7	21,7	2,3	147,8
120	22,5	19,2	9,17	0,861	34,2	314	149,9	24,2	24,2	24,2	2,3	163,1
140	24,0	20,2	9,60	0,772	34,9	335	159,5	26,3	26,3	26,3	2,3	173,0
160	25,0	20,9	9,87	0,720	35,3	348	165,2	27,9	27,9	27,9	2,3	178,9
180	25,7	21,3	10,04	0,687	35,6	357	168,8	29,4	29,4	29,4	2,3	182,7
200	26,0	21,5	10,12	0,673	35,7	361	170,0	30,5	30,5	30,5	2,3	183,9
Листоветвничник багульниково-брусничный; V класс бонитета												
20	2,0	2,30	2,14	20,640	6,30	13	5,5	2,0	2,0	2,0	1,3	9,2
40	6,1	6,04	3,74	5,548	16,2	61	27,4	6,6	6,6	6,6	1,8	34,3
60	10,1	9,24	5,11	2,722	21,8	111	50,9	10,6	10,6	10,6	2,0	59,7
80	13,5	11,7	6,18	1,761	25,2	156	72,3	14,2	14,2	14,2	2,1	82,4
100	16,1	13,6	6,98	1,337	27,2	190	88,4	17,0	17,0	17,0	2,1	99,3
120	18,1	15,0	7,58	1,112	28,6	217	101,1	19,3	19,3	19,3	2,2	112,7
140	19,6	16,0	8,02	0,975	29,4	236	109,8	21,2	21,2	21,2	2,2	121,7
160	20,8	16,8	8,34	0,883	30,0	250	116,1	22,8	22,8	22,8	2,2	128,3
180	21,6	17,3	8,56	0,830	30,4	260	120,4	24,1	24,1	24,1	2,2	132,8
200	22,2	17,6	8,71	0,793	30,7	267	123,3	25,3	25,3	25,3	2,2	135,8

Далее по экспериментальным данным фитомассы 17 пробных площадей рассчитаны регрессионные модели общего вида

$$P_s = f(A, H, M); \quad (5)$$

$$P_k = f(A, H, M); \quad (6)$$

$$P_b/M = f(H, N); \quad (7)$$

$$P_f/M = f(H, P_b/M); \quad (8)$$

где P_s, P_k, P_b, P_f – соответственно масса стволов в коре и коры стволов, масса ветвей и хвои в абс. сухом состоянии, т/га.

Характеристика уравнений (5) – (8) дана в табл. 1.

Таблица биопродуктивности (табл. 2) получена табулированием рекурсивных уравнений (термин см.: [12]) (1) – (8) в такой последовательности:

$$\left\{ \begin{array}{l} D = f(A, H_{100}); \\ H = f(A, H_{100}); \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} G = f(H, H_{100}); \\ HF = f(H, H_{100}); \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} M = GHF; \\ N = G/0,785D^2; \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_s = f(A, H, M); \\ P_k = f(A, H, M); \\ P_b/M = f(H, N) \rightarrow P_f/M = f(H, P_b/M). \end{array} \right.$$

Табулирование выполнено для двух наиболее распространенных пойменных типов леса – зеленомошно-ягодникового и багульниково-брусничного, классы бонитета соответственно IV и V, выраженные высотой древостоя (H_{100} , м) в базовом возрасте 100 лет по бонитетной шкале М.М. Орлова 17,5 и 14,0 м.

Поскольку таблица биопродуктивности приполярных лиственничников разработана впервые, сопоставить ее в пределах северной тайги пока не с чем, но можно сравнить с возрастными трендами запасов стволовой древесины нашей таблицы и ТХР нормальных северотаежных лиственничников (*L. Cajanderi* Маур.) Магаданской области [10] и севера Хабаровского края [4] по IV классу бонитета (багульниково-моховой тип). Запасы лиственничников 40, 100 и 200 лет в Магаданской области составляют соответственно 74, 82 и 84 %, на севере Хабаровского края 77, 62 и 60 % к запасам по нашей таблице. Эти различия обусловлены, видимо, меньшей глубиной промерзания почвогрунта в пойме р. Пур вследствие теплового и твердого речных стоков [8] по сравнению с северотаежными лиственничниками Приохотоморья, а также принадлежностью регионов к разным мерзлотным поясам [6]. В еще большей степени различаются по продуктивности исследованные пойменные древостои с высокогорными лиственничниками севера Хабаровского края [4], запасы которых вдвое ниже наших на всем возрастном диапазоне.

Сравнение наших данных с показателями ТХР лиственничников (*L. Sukaczewii* N. Dyl.) северо-востока европейской части России [7] по IV классу бонитета не выявило различий продуктивности древостоев всех возрастов. Правда, ТХР составлены для таежной зоны региона в целом, без дифференциации по подзонам, и скорее всего не учитывают специфики роста лиственницы Сукачева на северном пределе ареала.

Выявление общих географических закономерностей роста фитомассы рода *Larix* Mill. в пределах Северной Евразии – предмет специального исследования. Основа для него уже получена в виде сводки литературных экспериментальных данных фитомассы по 170 пробным площадям на территории от Швейцарии (*L. decidua* Mill.) до Японии (*L. leptolepis* Gord.) и от Таймырского полуострова России (*L. Gmelinii* (Rupr.) Rupr.) до Монголии (*L. sibirica* Ledeb.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Вагин А.В. Критерии полноты сосновых насаждений СССР. – М.: ЦБНТИ, 1976. – 28 с.
3. Верхунов П.М. и др. Лесотаксационный справочник для лесов Урала / П.М. Верхунов, А.В. Попова, В.Л. Черных, И.В. Мамаев. – М.: Госкомлес СССР, 1991. – 240 с.
4. Выводцев Н.В., Выводцева З.А., Лысун Е.Ю. Нормативные основы для ведения лесного хозяйства на севере Хабаровского края (концептуальный аспект). – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1996. – 67 с.
5. Загреев В.В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 240 с.
6. Кондратьева К.А., Кудрявцев В.А. Карта геокриологического районирования СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1977.
7. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР. – Архангельск: АИЛИЛХ, 1986. – 358 с.
8. Миронов Б.А., Агафонов Л.И. Лесная растительность поймы нижней Оби // Природа поймы нижней Оби. Наземные экосистемы. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1992. – С. 92-116.
9. Справников В.Г. Исследование параметров полноты древостоев лиственницы сибирской Средней Сибири // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 1990. – 22 с.
10. Справочник для таксации лесов Дальнего Востока. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1990. – 526 с.
11. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 253 с.
12. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 541 с.
13. Усольцев В.А. и др. Структура надземной фитомассы лиственничников в низовьях р. Пур / В.А. Усольцев, З.Я. Нагимов, А.Б. Фимущин и др. // Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск: СибГТУ, 1999.

V.A. Usoltsev, Z.Ya. Nagimov, A.B. Fimushin, A.I. Koltunova,
M.V. Azarenok

Growth of Overground Phytomass of Polar Larch Stands

A conventional growth table for the normal stands combined with a table of biological productivity for overground phytomass is worked out for the polar larch stands in the Western Siberia for the first time.