

ФОРМА И ОБЪЕМ СТВОЛОВ КЕДРА СИБИРСКОГО

В.В. ЗАВАРЗИН, *проф. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ, канд. с.-х. наук*⁽¹⁾,
А.В. ЛЕБЕДЕВ, *магистрант РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева*⁽²⁾

zavarzin@mgul.ac.ru, avl1993@mail.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1

⁽²⁾ ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева»,
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Приводятся методологические приемы моделирования объемов стволов древесных пород. На примере мас-
совых материалов таксации стволов сосны кедровой сибирской, произрастающей в условиях Западной и Восточной
Сибири, приводятся регрессионные уравнения зависимости коэффициента формы и видового числа стволов от высоты
и диаметра. Выявленные закономерности позволили разработать объемные таблицы для стволов кедра сибирского.
Данные, характеризующие объемы древесных стволов кедра сибирского, для удобства использования на практике,
могут быть представлены по отдельным разрядам высот в зависимости от соотношения высот и диаметров. Сравнение
значений объемов стволов кедра сибирского, полученных по нашей модели, с данными, которые содержатся в табли-
цах других авторов, подтвердили относительное сходство данных. Случайный характер отклонений, выявленный при
сопоставлении полученных нами объемов стволов кедра с данными других авторов, подтверждает вероятность статис-
тической принадлежности исходного материала сравниваемых таблиц к одной генеральной совокупности.

Ключевые слова: кедр сибирский, коэффициенты формы, видовые числа, объемы древесных стволов, объем-
ные таблицы.

Объем и форма стволов определяют выход
общего запаса и отдельных сортиментов
в древостое [1, 2]. Объем зависит от формы
древесного ствола, которая связана со многи-
ми факторами условий местопроизрастания.
Различия по форме стволов могут существен-
но влиять на запас и сортиментную структуру
древостоев.

В зависимости от диаметра, высоты
и формы стволов для отдельных древесных
пород составляются массовые или объемные
таблицы, которые характеризуют средние
объемы древесных стволов. К настоящему
времени составлено множество местных и
общих массовых таблиц, которые в той или
иной степени дают представление об объемах
стволов различных древесных пород.

До конца XIX в. кедр сибирский це-
нился только как источник кедровых орехов, а
ценнейшая кедровая древесина находила при-
менение крайне редко. При отсутствии про-
мышленных рубок в кедровых лесах вопросы
учета объемов кедровых стволов, запасов ке-
дровой древесины не являлись первостепенны-
ми, острой необходимости в объемных табли-
цах для кедра не было. Лишь только в связи со
строительством Сибирской железной дороги
значительно увеличился спрос на древесину,

что привело к тому, что в рубку стали вовле-
каться большие площади кедровников.

Из-за отсутствия отдельных объемных
таблиц для кедра при необходимости для так-
сации кедровых стволов применялись имею-
щиеся таблицы по сосне или ели. Применение
таблиц, составленных для других хвойных
пород, при оценке объемов стволов кедра си-
бирского приводило к ошибкам, которые в от-
дельных случаях достигали 30–50 %.

В 30-е годы прошлого столетия боль-
шое внимание стало уделяться ведению хо-
зяйства в кедровых лесах. В связи с этим зна-
чительно возросли требования к учету запасов
кедровой древесины, объемов кедровых ство-
лов и выходу сортиментов из них. Назрела не-
обходимость в составлении отдельных объем-
ных таблиц для стволов кедра сибирского.

Одними из первых объемных таблиц для
кедра были таблицы, составленные для кедров-
ников Восточных Саян. В 1931 г. Ангарская лес-
ная экспедиция Совета по изучению производи-
тельных сил Академии наук собрала данные и
составила таблицы объемов стволов для древос-
тоев кедра этого района. В 1939 г. эти таблицы
были переработаны П.В. Горским [8, 9].

В 1938 г. Б.Я. Дуденковым в Тресте лес-
ной авиации были составлены таблицы объ-

емов стволов для древостоев кедр Новосибирской области (район реки Чулым) [9, 10].

В том же 1938 г. в Гипролестрансе В.Е. Шульцем были составлены таблицы объемов кедровых стволов для древостоев восточной части района реки Чулым Новосибирской области. По данным этих таблиц были составлены массовые таблицы объемов стволов по высоте и таксационному диаметру для кедр [9, 10].

В 1961 г. для древостоев кедр сибирского района Восточных Саян И.А. Нахабцев составил таблицы объемов по 5 разрядам высот [5].

В 1970 г. Е.П. Смолоногов, Б.И. Седых и И.В. Чашкин составили таблицы объема для кедр сибирского, произрастающего в условиях Западной Сибири (район Кульегана) [6,8]. Таблицы были составлены по 10 разрядам высот для трех типов изменения формы ствола.

В 1973 г. А.Д. Дударев, Н.Г. Косарев, М.С. Липчанский и В.Я. Сивков составили объемные таблицы для кедр Горного Алтая по результатам обмера 2372 стволов [4]. Таблицы были составлены по 7 разрядам высот. Значения средней высоты для деревьев отдельных ступеней толщины каждого разряда определялись графическим путем.

Наряду с названными авторами объемных таблиц значительный вклад в изучение формы и объема стволов кедр сибирского внесли Н.П. Анучин, М.В. Богдашин, В.Е. Ермаков, В.А. Кирсанов, А.Г. Костенко, В.П. Корш, Б.В. Любимов, И.В. Семечкин, Н.П. Телегин, В.Е. Попов, В.И. Поляков и ряд других исследователей.

Несмотря на относительно большое число проведенных исследований, особенности формирования объема и формы кедровых стволов являются недостаточно изученными, особенно в осваиваемых районах Сибири. Проведенные нами исследования позволяют в некоторой степени восполнить эти пробелы с учетом того, что в последние годы значительное внимание уделяется изучению структуры кедровников [7], формирования кедровых лесов с помощью рубок промежуточного пользования [3].

Материалы и методика исследований

Материалом для изучения особенностей формы и объема стволов кедр послужили данные обмеров 662 модельных деревьев. Исходный материал собран на основе пробных площадей, заложенных при лесоустройстве Иркутской (Жигаловский, Черемховский лесхозы) и Тюменской (Нижевартковский, Сургутский, Ярковский лесхозы) областей. Данные о модельных деревьях, в зависимости от высоты и диаметра, приведены в табл. 1.

Построение модели определения объема стволов было сведено к решению следующих задач:

1) нахождение параметров регрессионной модели зависимости коэффициента формы q_2 от высоты (h) и таксационного диаметра (d) ствола

$$q_2 = a_0 + \frac{a_1}{h} + \frac{a_2}{h \cdot d} + \frac{a_3}{h \cdot d^2}; \quad (1)$$

2) нахождение параметров регрессионной модели зависимости видового числа (f) от значений высоты, таксационного диаметра ствола и коэффициента формы q_2

$$f = b_0 + \frac{b_1}{h^2 \cdot q_2} + b_2 \cdot \ln q_2; \quad (2)$$

3) расчет объема ствола (v) по формуле

$$v = \pi \left(\frac{d}{200} \right)^2 \cdot h \cdot f; \quad (3)$$

4) составление объемных таблиц.

К преимуществам применяемой методики моделирования объемов стволов следует отнести возможность последовательного выявления закономерностей изменения коэффициента формы от высоты и таксационного диаметра ствола, а далее – видового числа от коэффициента формы и размера ствола. Учитывая это, получаемые на выходе объемные таблицы, которые могут быть составлены как при средних значениях коэффициента формы и видового числа, так и при условии закономерного изменения их значений от размеров древесного ствола.

Результаты исследований

Коэффициенты формы – показатели формы ствола, которые характеризуют изменение диаметра ствола от комля к вершине.

Распределение числа модельных деревьев кедр сибирского по диаметру и высоте
Distribution of sample trees of Siberian cedar in diameter and height

Ступень толщины, см	Высота ствола, м														Итого
	0,1– 2,0	2,1– 4,0	4,1– 6,0	6,1– 8,0	8,1– 10,0	10,1– 12,0	12,1– 14,0	14,1– 16,0	16,1– 18,0	18,1– 20,0	20,1– 22,0	22,1– 24,0	24,1– 26,0	26,1– 28,0	
4	8	30	30	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	77
8	–	–	6	37	24	4	1	–	–	–	–	–	–	–	72
12	–	–	–	3	21	28	21	4	–	–	–	–	–	–	77
16	–	–	–	–	3	12	25	25	5	2	–	–	–	–	72
20	–	–	–	–	–	8	11	27	16	14	7	1	–	–	84
24	–	–	–	–	–	–	8	24	14	12	5	7	2	–	72
28	–	–	–	–	–	–	3	8	11	17	14	9	1	–	63
32	–	–	–	–	–	–	1	5	7	11	12	16	3	–	55
36	–	–	–	–	–	–	–	1	4	6	10	11	7	–	39
40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	6	14	2	4	27
44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	3	7	5	–	17
48	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	5	–	6
52	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
56	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1
Итого	8	30	36	49	48	52	70	94	57	66	57	66	25	4	662

Наибольший интерес в таксации представляет коэффициент формы q_2 . Так как таксационный диаметр ствола и высота являются основными объемобразующими показателями, то они выбраны в качестве независимых переменных при построении модели коэффициентов формы. С учетом коэффициентов регрессии, уравнение (1) принимает вид

$$q_2 = 0,66016 + \frac{0,45938}{h} + \frac{1,07402}{h \cdot d} + \frac{0,01065}{h \cdot d^2}; \quad (4)$$

$$R^2 = 0,969; t = \{169,0; 16,1; 34,7; 3,4\} > t_{05} \approx 2,0;$$

$$F = 7560,4 \text{ при } P < 0,05.$$

О высокой степени надежности полученной регрессионной модели свидетельствует высокое значение коэффициента детерминации (R^2), на значимость численных коэффициентов уравнения указывают расчетные значения t -критерия, расчетный F -критерий позволяет сделать заключение о статистической значимости регрессионного уравнения.

Отличительной особенностью видового числа от коэффициента формы является то, что оно характеризует полнодревесность ствола. В лесной таксации наибольший практический интерес представляет зависимость между коэффициентом формы и видовым числом, так как она позволяет находить значение видового числа менее трудоемким путем по сравнению

с определением отношения объема ствола к объему цилиндра. Для стволов кедр зависимости представлена уравнением

$$f = 0,62103 + \frac{0,91094}{h^2 \cdot q_2} + 0,41296 \cdot \ln q_2; \quad (5)$$

$$R^2 = 0,825; t = \{123,3; 12,7; 35,0\} > t_{05} \approx 2,0;$$

$$F = 1549,1 \text{ при } P < 0,05.$$

Комплекс независимых переменных объясняет 82,5 % дисперсии зависимой переменной, что указывает на достаточно высокую степень адекватности рассматриваемой модели. Численные коэффициенты уравнения регрессии статистически значимы ($t > t_{05} \approx 2,0$), на статистическую значимость уравнения указывает расчетное значение F -критерия.

Графическая интерпретация выявленной закономерности представлена на рисунке. Расположение и форма кривых на графике указывают на то, что при увеличении высоты стволов происходит закономерное уменьшение видовых чисел, а увеличение значений коэффициентов формы приводит к увеличению значения видовых чисел.

В табл. 2 показаны значения видовых чисел стволов кедр в зависимости от высоты и коэффициента формы. Анализируя представленные значения, можно сделать вывод, что для стволов деревьев, которые имеют

Видовые числа стволов кедр сибирского
Form factors of Siberian cedar trunks

Высота, м	Видовые числа при коэффициенте формы, q_2				
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
6	0,420	0,452	0,482	0,510	0,536
8	0,400	0,434	0,465	0,494	0,521
10	0,391	0,425	0,457	0,487	0,514
12	0,386	0,421	0,453	0,483	0,511
14	0,383	0,418	0,450	0,480	0,508
16	0,381	0,416	0,449	0,479	0,507
18	0,379	0,415	0,447	0,478	0,506
20	0,378	0,414	0,447	0,477	0,505
22	0,378	0,413	0,446	0,476	0,505
24	0,377	0,413	0,446	0,476	0,504
26	0,377	0,412	0,445	0,476	0,504
28	0,376	0,412	0,445	0,475	0,504
30	0,376	0,412	0,445	0,475	0,504

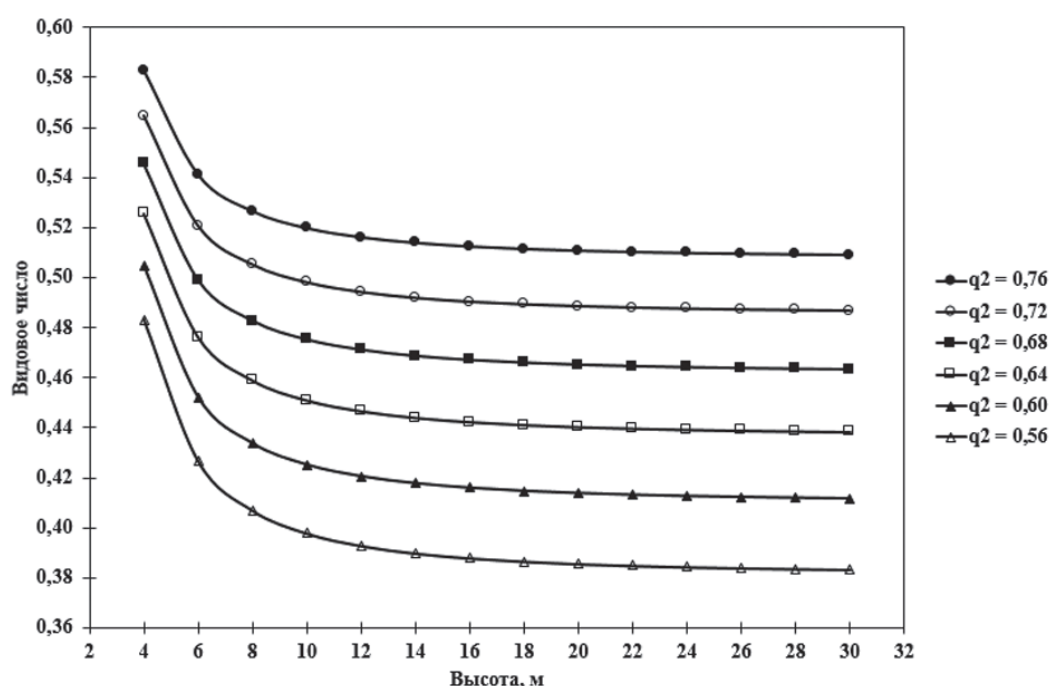


Рисунок. Зависимость видовых чисел от высоты ствола при фиксированных значениях коэффициента формы q_2

Fig. Dependence of form factors on the height of the trunk at fixed values of the shape factor q_2

равные коэффициенты формы, при увеличении высоты происходит уменьшение значений видовых чисел.

Большинство наиболее известных таблиц, которые позволяют определить объемы стволов кедр сибирского, составлены по разрядам высот.

Разрядные таблицы, благодаря простоте их применения и точности, допусти-

мой для производства, находят самое широкое использование в лесотаксационной практике несмотря на то, что отсутствие единого подхода к установлению разрядов высот существенно влияет на качество разрабатываемых таблиц. До настоящего времени выявление распределения древостоев по разрядам высот не имеет единой методики. В одних случаях разряды высот

Сравнение объемов стволов кедр, установленных разными исследователями

Comparison of cedar trunk volumes established by different researchers

Диаметр, см	Наша модель		М.В. Богдашин		Е.В. Шульц		Б.Я. Дуденков		П.В. Горский	
	h, м	v, м³	h, м	v, м³	h, м	v, м³	h, м	v, м³	h, м	v, м³
12	12,4	0,068	12,0	0,072	11,5	0,069	13,5	0,060	12,0	0,075
16	14,3	0,137	14,0	0,149	13,0	0,140	15,0	0,140	14,0	0,150
20	15,9	0,237	16,0	0,259	16,5	0,260	17,0	0,230	15,5	0,249
24	17,3	0,371	17,0	0,400	18,0	0,402	18,5	0,385	16,5	0,382
28	18,7	0,541	19,0	0,581	19,0	0,573	19,5	0,560	19,5	0,595
32	19,9	0,751	20,0	0,803	20,0	0,778	20,0	0,764	20,0	0,790
36	21,1	1,004	21,0	1,053	20,5	1,010	22,5	1,020	20,5	1,010
40	22,2	1,301	22,0	1,330	21,0	1,260	23,0	1,300	21,0	1,270
44	23,3	1,645	23,0	1,627	22,0	1,590	23,5	1,600	23,5	1,710

**Отклонения объемов стволов кедр, полученных по модели, от значений объемов
стволов, полученных разными авторами**

**Deflections of cedar trunk volumes, obtained by the model, from the values of trunk volumes,
obtained by different authors**

Диаметр, см	Различия объемов, %, с данными			
	М.В. Богдашина	Е.В. Шульца	Б.Я. Дуденкова	П.В. Горского
12	-5,4	-1,3	13,5	-9,2
16	-7,9	-1,9	-1,9	-8,5
20	-8,5	-8,9	3,0	-4,8
24	-7,4	-7,8	-3,8	-3,0
28	-6,9	-5,6	-3,4	-9,1
32	-6,5	-3,5	-1,7	-4,9
36	-4,7	-0,6	-1,6	-0,6
40	-2,2	3,2	0,1	2,4
44	1,1	3,5	2,8	-3,8

устанавливаются на основании закономерностей строения нормальных насаждений, в других – шкалу разрядов высот устанавливают графическим путем, в-третьих, кривые соотношения высот и диаметров определяются по уравнениям связи.

По указанным причинам сопоставление данных, приводимых в различных таблицах объемов стволов кедр сибирского, в большинстве случаев связано со значительными трудностями. Прежде всего, из-за разного числа устанавливаемых разрядов, а также из-за разного соотношения между высотами и диаметрами в пределах самих разрядов.

Сравнение значений объемов стволов кедр сибирского, полученных по нашей модели, с данными, которые содержат-

ся в таблицах других авторов, представляет существенный интерес. Сравнение проведено без учета разряда таблиц – по общности размеров диаметров и близком значении высот. Данные сравнения приведены в табл. 3.

Анализируя данные табл. 2, которые характеризуют объемы стволов кедровников различных районов произрастания, нельзя не отметить, что при равных диаметрах и близких высотах стволы кедр сибирского большинства размеров, независимо от места и условий произрастания, не имеют существенного различия по объему. Отклонения объемов стволов кедр, полученных по нашей модели, от значений объемов стволов, полученных другими исследователями, приведены в табл. 4.

Объемы стволов кедра (в коре) в зависимости от высоты и диаметра на высоте 1,3 м
Cedar trunk volumes (in the bark) depending on the height and diameter at a height of 1,3 m

Диаметр, см	Высота, м																															
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
	Объем ствола, м³																															
4	0,0053	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0,0117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0,0207	0,0228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,0322	0,0356	0,0390	0,0425	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	0,0462	0,0511	0,0561	0,0611	0,0660	0,0711	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	0,0628	0,0695	0,0762	0,0830	0,0898	0,0966	0,1034	0,1103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0,0819	0,0906	0,0994	0,1083	0,1172	0,1261	0,1350	0,1439	0,1529	0,1618	0,1708	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	0,1146	0,1257	0,1369	0,1482	0,1594	0,1707	0,1820	0,1933	0,2047	0,2160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	0,1551	0,1690	0,1828	0,1967	0,2106	0,2246	0,2386	0,2526	0,2666	0,2806	0,2946	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	0,1876	0,2043	0,2211	0,2379	0,2548	0,2717	0,2886	0,3055	0,3224	0,3394	0,3564	0,3734	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	0,2431	0,2630	0,2830	0,3031	0,3232	0,3433	0,3635	0,3836	0,4038	0,4240	0,4442	0,4644	0,4847	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	0,3086	0,3321	0,3556	0,3792	0,4028	0,4265	0,4501	0,4738	0,4975	0,5212	0,5450	0,5687	0,5925	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	0,3578	0,3850	0,4123	0,4397	0,4671	0,4945	0,5219	0,5494	0,5769	0,6044	0,6319	0,6595	0,6870	0,7146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	0,4419	0,4732	0,5046	0,5361	0,5675	0,5990	0,6306	0,6621	0,6937	0,7253	0,7569	0,7886	0,8202	0,8518	0,8835	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	0,5383	0,5740	0,6098	0,6456	0,6815	0,7174	0,7533	0,7892	0,8251	0,8611	0,8971	0,9331	0,9691	1,0051	1,0411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	0,6076	0,6479	0,6883	0,7287	0,7692	0,8097	0,8503	0,8908	0,9314	0,9720	1,0126	1,0533	1,0939	1,1346	1,1752	1,2159	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Диаметр, см	Высота, м																													
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
	Объем ствола, м³																													
36	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7263	0,7716	0,8169	0,8623	0,9077	0,9531	0,9986	1,0441	1,0896	1,1352	1,1807	1,2263	1,2719	1,3175	1,3631	1,4087						
38	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8091	0,8596	0,9101	0,9606	1,0112	1,0619	1,1125	1,1632	1,2139	1,2647	1,3154	1,3662	1,4170	1,4678	1,5186	1,5695						
40	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8091	0,8596	0,9101	0,9606	1,0112	1,0619	1,1125	1,1632	1,2139	1,2647	1,3154	1,3662	1,4170	1,4678	1,5186	1,5695						
42	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0498	1,1115	1,1733	1,2351	1,2970	1,3588	1,4208	1,4827	1,5447	1,6067	1,6688	1,7308	1,7929	1,8549	1,9170	1,9789						
44	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1521	1,2198	1,2876	1,3554	1,4233	1,4912	1,5592	1,6272	1,6952	1,7633	1,8314	1,8995	1,9676	2,0357	2,1038	2,1719						
46	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3331	1,4072	1,4813	1,5555	1,6298	1,7041	1,7784	1,8527	1,9271	2,0015	2,0760	2,1504	2,2249	2,2993	2,3737	2,4481						
48	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4515	1,5321	1,6128	1,6936	1,7745	1,8554	1,9363	2,0172	2,0982	2,1792	2,2603	2,3413	2,4224	2,5035	2,5846	2,6657						
50	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6623	1,7499	1,8376	1,9253	2,0131	2,1009	2,1887	2,2766	2,3645	2,4525	2,5404	2,6284	2,7164	2,8044	2,8924	2,9804						
52	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7979	1,8926	1,9875	2,0823	2,1773	2,2722	2,3672	2,4623	2,5574	2,6525	2,7476	2,8428	2,9379	3,0330	3,1281	3,2232						
54	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9387	2,0409	2,1432	2,2455	2,3479	2,4503	2,5527	2,6552	2,7578	2,8603	2,9629	3,0655	3,1682	3,2708	3,3734	3,4760						
56	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0849	2,1948	2,3048	2,4148	2,5249	2,6350	2,7452	2,8555	2,9657	3,0760	3,1864	3,2967	3,4071	3,5175	3,6279	3,7383						
58	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2364	2,3543	2,4722	2,5902	2,7083	2,8265	2,9447	3,0629	3,1812	3,2996	3,4179	3,5363	3,6547	3,7731	3,8915	4,0099						
60	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3932	2,5193	2,6455	2,7719	2,8982	3,0247	3,1512	3,2777	3,4043	3,5309	3,6576	3,7843	3,9110	4,0377	4,1644	4,2911						
62	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5553	2,6900	2,8248	2,9596	3,0946	3,2296	3,3647	3,4998	3,6349	3,7701	3,9054	4,0407	4,1760	4,3113	4,4466	4,5819						
64	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7227	2,8662	3,0098	3,1535	3,2973	3,4412	3,5851	3,7291	3,8731	4,0172	4,1613	4,3054	4,4496	4,5937	4,7379	4,8821						
66	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0480	3,2008	3,3536	3,5065	3,6595	3,8126	3,9657	4,1189	4,2721	4,4253	4,5786	4,7320	4,8853	5,0387	5,1921	5,3455						
68	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2355	3,3976	3,5598	3,7222	3,8846	4,0471	4,2096	4,3722	4,5348	4,6975	4,8602	5,0230	5,1857	5,3485	5,5113	5,6741						

Диаметр, см	Высота, м																													
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
	Объем ствола, м³																													
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4285	3,6003	3,7722	3,9442	4,1163	4,2885	4,4608	4,6330	4,8054	4,9778	5,1502	5,3227						
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6271	3,8089	3,9908	4,1727	4,3548	4,5370	4,7192	4,9015	5,0838	5,2662	5,4486	5,6311						
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8313	4,0233	4,2154	4,4077	4,6000	4,7924	4,9849	5,1775	5,3701	5,5627	5,7554	5,9482						
76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0411	4,2436	4,4463	4,6490	4,8519	5,0549	5,2579	5,4610	5,6641	5,8674	6,0706	6,2739						
78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2565	4,4698	4,6833	4,8968	5,1105	5,3243	5,5382	5,7521	5,9661	6,1801	6,3942	6,6084						
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4774	4,7019	4,9264	5,1511	5,3759	5,6007	5,8257	6,0507	6,2758	6,5010	6,7262	6,9515						

Наименьшее расхождение объемов стволов, определенных по нашей модели, получено с таблицами Е.В. Шульца и Б.Я. Дуденкова. Проведенное сравнение объемов кедровых стволов свидетельствует о близости стволов кедра сибирского наиболее распространенных размеров по форме. Случайный характер отклонений, выявленный при сопоставлении полученных нами объемов стволов кедра с данными других авторов, подтверждает вероятность статистической принадлежности исходного материала, послужившего для составления всех сравниваемых таблицы к одной генеральной совокупности. Итогом проведения нашего исследования явилось составление таблиц объемов стволов сосны кедровой сибирской, входом в которые являются таксационный диаметр и высота ствола. В значения объемов заложено закономерное изменение величины коэффициента формы q_2 и видового числа как важнейших объемообразующих показателей древесных стволов.

Приведенные данные, характеризующие объемы стволов кедра сибирского, для удобства использования на практике могут быть представлены по отдельным разрядам высот, в зависимости от соотношения высот и диаметров.

Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Сортиментные и товарные таблицы для лиственницы, кедра и пихты / Н.П. Анучин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 84 с.
2. Анучин, Н.П. Лесная таксация. 5-е изд. / Н.П. Анучин. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
3. Данченко, А.М. Кедровые леса Западной Сибири / А.М. Данченко, И.А. Бех. – Томск: Томский государственный университет, 2010 – 424 с.
4. Дударев, А.Д. Объемные и сортиментные таблицы для сосны, пихты и кедра Алтайского края и Кемеровской области / А.Д. Дударев, Н.Г. Косарев, М.С. Липчанский, В.Я. Сивков. – Воронеж, изд-во ВГУ, 1973. – 92 с.
5. Нахабцев, И.А. Опыт составления таблиц объемов, сортиментно-сортных и товарных для древостоев кедра сибирского района Восточных Саян / И.А. Нахабцев // Сборник статей по обмену производственно-техническим опытом по лесному хозяйству и лесоустройству. – Л., 1961. – С. 109–123.
6. Семечкин, И.В. Распределение насаждений кедра сибирского по классам бонитета условий местопроизрастания: справочное пособие по таксации лесов Сибири / И.В. Семечкин, В.Ф. Лебков. – Красноярск, 1973. – С.49–50.
7. Семечкин, И.В. Структура и динамика кедровников Сибири / И.В. Семечкин. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2002. – 253 с.
8. Справочные таблицы для таксации лесов северной и средней тайги Западной Сибири. – Свердловск, 1970. – 99 с.
9. Третьяков, Н.В. Справочник таксатора / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, В.Е. Шульц. – Л.: Гослестехиздат, 1940. – 393 с.
10. Третьяков, Н.В. Справочник таксатора / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Г.Г. Самойлович. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 854 с.

SHAPE AND VOLUME OF PINUS SIBIRICA TRUNKS

Zavarzin V.V., (MSFU)⁽¹⁾; Lebedev A.V., (RSAU-MTAA)⁽²⁾

zavarzin@mgul.ac.ru, avl1993@mail.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU) 1st. Institutskaya, 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia;

⁽²⁾ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (MTAA) Timiryazevskaya Street, 49, 127550, Moscow, Russia.

The article presents the methodological techniques of modeling trunk volumes of trees. At the example of mass materials of trunk taxation of stone pine, which grows in Western and Eastern Siberia, the regression equations of the dependence of form coefficient and of form factors on the height and diameter of trunks are given. The revealed regularities allowed to develop a three-dimensional table for Siberian cedar trunks. The data characterizing the volume of trunks of Siberian cedar, for easier use in practice, can be represented by separate categories of heights, depending on the ratio of height and diameter. The comparison of the volumes of Siberian cedar trunks obtained by use of our model, with the data in the tables of other authors has confirmed the relative similarity of the data. Random deflections identified during the comparison of our volumes of cedar trunks with those of other authors, has confirmed the probability of statistical belonging of the raw material in the compared tables to the same general population.

Keywords: siberian cedar, form factors, the volume of tree trunks, the volume tables.

References

1. Anuchin N.P. *Sortimentnye i tovarnye tablitsy dlya listvennitsy, kedra i pikhty* [Assortment and product table for a larch, cedar and fir]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1949, 84 p.
2. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya*. [Forest inventories]. Moscow: Forest Industry, 1982, 552 p.
3. Danchenko A.M. *Kedrovye lesa Zapadnoy Sibiri* [Cedar forests of Western Siberia]. Tomsk: Tomsk State University, 2010. 424 p.
4. Dudarev A.D. *Ob'emnye i sortimentnye tablitsy dlya sosny, pikhty i kedra Altayskogo kraya i Kemerovskoy oblasti* [The volume and assortment tables for pine, fir and cedar Altai Territory and Kemerovo Region]. Voronezh: Voronezh State University Publishing House, 1973, 92 p.
5. Nakhbtev I.A. *Opyt sostavleniya tablits ob'emov, sortimento-sortnykh i tovarnykh dlya drevostoev kedra sibirskogo rayona Vostochnykh Sayan* [Experience tabulation volume, assortment and product of graded-for stands of Siberian cedar area of the Eastern Sayan] Collection of articles on the production and exchange of technical expertise in forestry and forest management. Leningrad, 1961, pp. 109-123.
6. Semechkin I.V. *Raspredelenie nasazhdeniy kedra sibirskogo po klassam boniteta usloviy mestoproizrastaniya: spravochnoe posobie po taksatsii lesov Sibiri* [Distribution of Siberian cedar forests of site class, site conditions: a manual on forest inventory Siberia]. Krasnoyarsk, 1973. pp. 49-50.
7. Semechkin I.V. *Struktura i dinamika kedrovnikov Sibiri* [Structure and dynamics of Siberian cedar]. Novosibirsk: Publishing House of SB RAN, 2002, 253 p.
8. *Spravochnye tablitsy dlya taksatsii lesov severnoy i sredney taygi Zapadnoy Sibiri* [Reference tables for forest inventory the northern and middle taiga of Western Siberia]. Sverdlovsk, 1970, 99 p.
9. Tret'yakov N.V. *Spravochnik taksatora* [Directory taxotere]. Leningrad: Goslestehizdat, 1940, 393 p.
10. Tret'yakov N.V. *Spravochnik taksatora* [Directory taxotere]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1952, 854 p.