



Электронное научное издание  
«Ученые заметки ТОГУ»  
2017, Том 8, № 2, С. 12 – 17

Свидетельство  
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010  
[http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/  
ejournal@pnu.edu.ru](http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/ejournal@pnu.edu.ru)

УДК 630.05

© 2017 г. **Н. В. Выводцев**, д-р с.-х. наук,  
**П. В. Соловьев**,  
**А. В. Середюк**,  
**Н. В. Бессонова**

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

## ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ

В статье рассмотрены особенности формирования факторов влияющих на объём ствола в насаждениях лиственницы даурской. В ходе исследования были установлены факторы, влияющие на формирование стволов; выявлена регрессионная зависимость между видовой высотой и высотой деревьев. По результатам исследования была построена безразрядная таблица объемов лиственницы.

**Ключевые слова:** таблица объемов стволов, видовое число, видовая высота.

## N. V. Vyvodsev, P. V. Solovev, A. V. Seredyuk, N. V. Bessonova FORMATION VOLUMES OF TRUNKS OF THE LARCH DAURSKY

In article features formation of the factors influencing trunk volume in plantings of a larch daursky are considered. An entrance of a research the factors influencing a shaping of trunks have been established, regression dependence between the view height and height of trees is revealed. By results of a research the non-categories table volumes of a larch is constructed.

**Keywords:** table volumes of trunks, view number, view height

## Введение

Одной из важнейших задач лесной таксации, является разработка методологии определения объемов растущих и срубленных деревьев, запасов насаждений и лесных массивов, прироста деревьев и насаждений, объемов заготовленной древесины.

За длительную историю лесного хозяйства было собрано огромное количество практического материала в виде модельных деревьев

. Их обработка и анализ позволили изучить вопросы формы стволов, их объемов и запасов насаждений. Из большого количества обмеренных модельных деревьев и рассчитанных объемов стволов были составлены самые разнообразные объемные таблицы: от Баварских массовых таблиц до таблиц Союзлеспрома по разрядам высот. Вместе с тем по отдельным районам Дальнего Востока практически нет таблиц объемов по лиственнице. У каждого дерева, даже в пределах вида, форма ствола может сильно отличаться, что усложняет нахождение у деревьев объема. Более того необходима проверка ранее составленных массовых таблиц. Исходя из этого была поставлена цель разработать таблицу объемов по лиственнице даурской.

## Объем экспериментального материала

Для достижения поставленной цели привлекали 264 модельных деревьев, взятых в процессе таксации древостоев лиственницы в Северном лесничестве Хабаровского края. Модели обмерялись по действующему стандарту ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки». Обработка данных производилась с помощью электронной таблицы «Excel». Характеристики диапазона пространственных признаков моделей приведены в таблице 1.

Исходный материал характеризуется большим числом возможных вариантов роста. Средними показателями формы являются: по коэффициенту формы  $q_2 = 0,702$ ; по старому видовому числу  $f = 0,506$ .

Таблица 1

Лимиты морфологических показателей модельных деревьев.

Показатели	Минимальный	Максимальный
Возраст, лет	43	223
Высота, м	12	33,7
Диаметр, см	10	44
Объем в коре, м <sup>3</sup>	0,051	2,111
Видовое число $f$ , ед.	0,358	0,670
Коэффициент формы $q_2$ , ед.	0,486	0,885

## Методика исследования

Таблицы объемов составлялись по апробированным методикам [1, 2, 3, 5]. Для решения этой задачи изучены особенности формы стволов у 265 модельных деревьев срубленных в лиственничных насаждениях разного возраста, разного класса бонитета и т.д. Чтобы правильно определить объем ствола, необходимо привести его к некой определенной стереометрической форме, которую мы могли бы вычислить математическим способом, подставив в конкретную формулу измеренные показатели, например, диаметр и высоту.

Ствол дерева имеет сложное строение. К рассмотрению его форм обращаются практически в каждом учебнике по лесной таксации [1, 2, 3, 4,6 ]. Если разделить ствол вдоль его середины вертикальной плоскостью, мы получим фигуру, ограниченную кривой и расположенную симметрично к вертикальной оси. Такую фигуру можно рассматривать как тело вращения. Если упростить и сравнивать ствол со стереометрическими фигурами, то в нижней части ствола будет нейлоид, далее цилиндр, затем параболоид и, наконец, вершина будет иметь форму конуса (рис. 1).

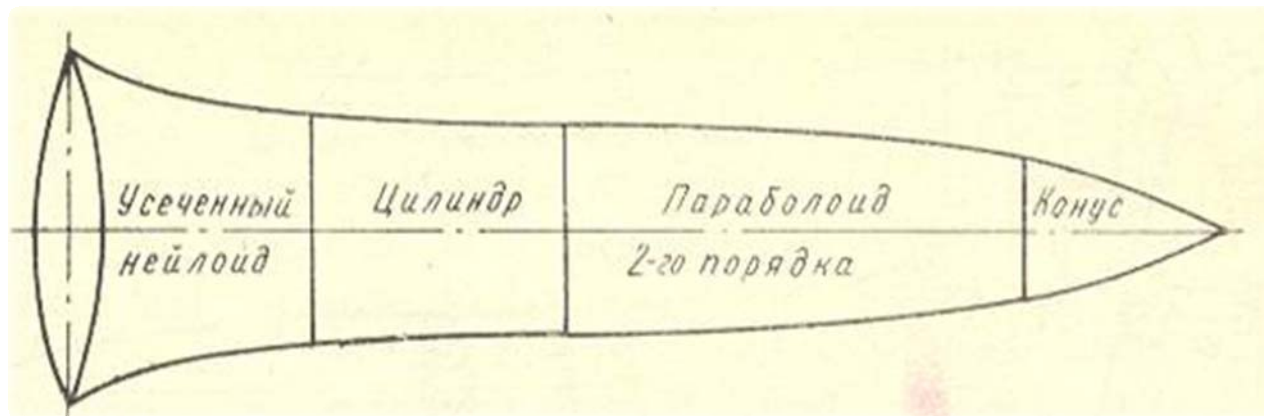


Рис. 1. Форма ствола

Каждый ствол имеет свою образующую – линию, которая характеризует форму ствола вдоль всей его границы (длины). Необходимость изучения указанного элемента ствола возникает в связи с тем, что каждый ствол на своем протяжении от основания до верхушечной точки имеет обычно уменьшающиеся поперечники. И в этой связи ствол можно представить, как бесконечное количество колец  $i$  толщины и разного радиуса. Суммируя их можно получить объем дерева. Другими словами по образующей ствола можно определить объем дерева с достаточно высокой точностью. Этим способом определения составлены все объемные таблицы по основным лесообразующим породам Дальнего Востока [5]. . Изменение диаметров ствола от основания к вершине получило название сбега [1, 2, 3].

Чем меньше сбежистость ствола, тем выше его объем, таким образом, ствол будет более полнодревесным и более близким по объему к правильному стереометрическому телу – цилиндру. Отношение объема ствола к объему цилиндра с основанием равным диаметру на высоте груди называется старым видовым числом. Видовое число также равно квадрату коэффициентом формы. Коэффициент формы  $q_2$  есть отношение диаметра на середине высоты ствола к диаметру на высоте груди. Исходя из численных показателей видового числа, а значит и коэффициента формы, можно судить о полнодревесности ствола, а значит и о его форме.

На следующем этапе необходимо определить регрессионные уравнения для вычисления объемов стволов в коре.

По данным исследований профессора М.М. Орлова и других исследователей [1, 2] вычисления производятся либо с учетом видовых чисел, коэффициентов формы или с помощью зависимости объема от диаметра и высоты с учетом средней формы стволов. В результате был выбран первый способ поиска зависимости  $V = (g_{1,3}; h; f)$ .

Объемы в коре и без коры всех модельных деревьев были рассчитаны с учетом пня с помощью сложной формулы Губера. Также в ходе работы с модельными деревьями были определены коэффициенты формы и рассчитаны старые видовые числа для всех модельных деревьев.

При расчетах первоначально для каждого ствола были найдены видовые высоты ( $H_f$ ), затем построен точечный график, показывающий зависимость  $H_f$  от  $h$  – высоты дерева. Рисунок 2 показывает, что с ростом высоты растет и видовая высота.

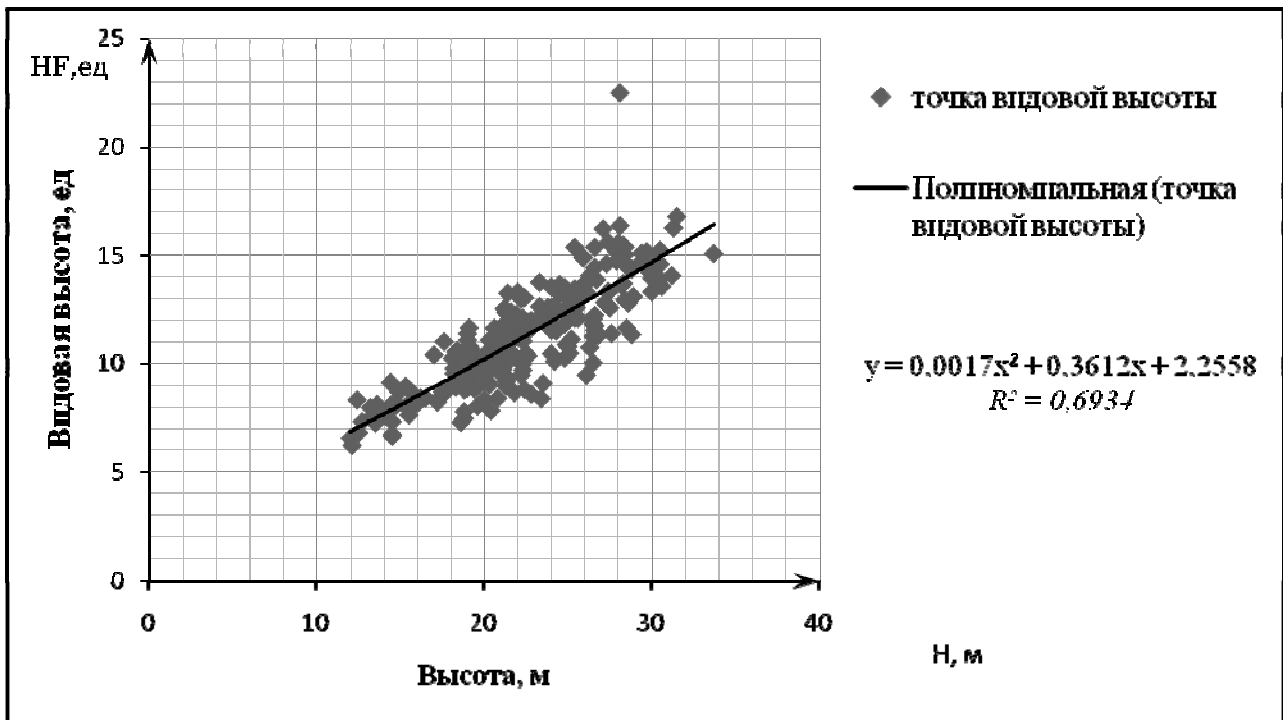


Рис. 2. График зависимости видовой высоты и высоты деревьев.

На основе данных графического анализа была определена линия тренда, которую аналитически описали с помощью полинома второй степени с достаточно высоким коэффициентом детерминации

$$H_f = 0,0017h^2 + 0,3612h + 2,2558 \quad (1)$$

Площадь поперечного сечения можно найти с помощью площади круга, взяв за диаметр окружности диаметр ствола на высоте груди. Зная видовую высоту и площадь поперечного сечения, мы можем найти объем древесного ствола. Умножив значение площади поперечного сечения на рассчитанную по формуле (1) видовую высоту получим значение объема древесного ствола.

## Результаты исследования

В составленной таблице для каждой ступени толщины и высоты ствола, исходя из этих показателей, был рассчитан объем в коре и без коры по всем модельным деревьям были рассчитаны с учетом пня с помощью сложной формулы Губера [1, 2]. В ходе исследования формы стволов лиственницы даурской была составлена безразрядная объемная таблица (табл. 2) по двум входам – высоте и диаметру на высоте груди.

Далее было рассчитано количество ошибок приходящиеся на определенный процент отклонения объемов для таблицы по разрядам высот и безразрядной объемной таблицы от истинного значения. За истинный приняли объем стволов моделей рассчитанный по сложной формуле Губера. На основе полученных данных был построен график распределения ошибок, показанный на рисунке 3.

Таблица 2

Безразрядная массовая объемная таблица по двум входам

Высота ствола, м	Диаметр, см							
	12	16	20	24	28	32	36	40
Объем ствола в коре, м <sup>3</sup>								
12	0,0773	0,1374	0,2146	0,3091	0,4207	-	-	-
13	0,0818	0,1455	0,2273	0,3273	0,4455	0,5819	0,7364	0,9092
14	0,0864	0,1536	0,2401	0,3457	0,4706	0,6146	0,7779	0,9603
15	0,0911	0,1619	0,2530	0,3643	0,4958	0,6476	0,8196	1,0119
16	0,0957	0,1702	0,2660	0,3830	0,5213	0,6809	0,8617	1,0639
17	0,1005	0,1786	0,2791	0,4019	0,5470	0,7144	0,9042	1,1163
18	0,1052	0,1871	0,2923	0,4209	0,5729	0,7482	0,9470	1,1691
19	0,1100	0,1956	0,3056	0,4401	0,5990	0,7823	0,9901	1,2224
20	0,1148	0,2042	0,3190	0,4594	0,6253	0,8167	1,0336	1,2761
21	0,1197	0,2128	0,3325	0,4789	0,6518	0,8513	1,0775	1,3302
22	0,1246	0,2216	0,3462	0,4985	0,6785	0,8862	1,1216	1,3847
23	0,1296	0,2304	0,3599	0,5183	0,7055	0,9214	1,1662	1,4397
24	0,1346	0,2392	0,3738	0,5382	0,7326	0,9569	1,2110	1,4951
25	-	0,2482	0,3877	0,5583	0,7600	0,9926	1,2563	1,5509
26	-	0,2572	0,4018	0,5786	0,7875	1,0286	1,3018	1,6072
27	-	0,2662	0,4160	0,5990	0,8153	1,0649	1,3477	1,6639
28	-	0,2754	0,4302	0,6196	0,8433	1,1014	1,3940	1,7210
29	-	-	0,4446	0,6403	0,8715	1,1383	1,4406	1,7785
30	-	-	0,4591	0,6611	0,8999	1,1754	1,4876	1,8365
31	-	-	-	0,6822	0,9285	1,2127	1,5349	1,8949
32	-	-	-	0,7033	0,9573	1,2504	1,5825	1,9537

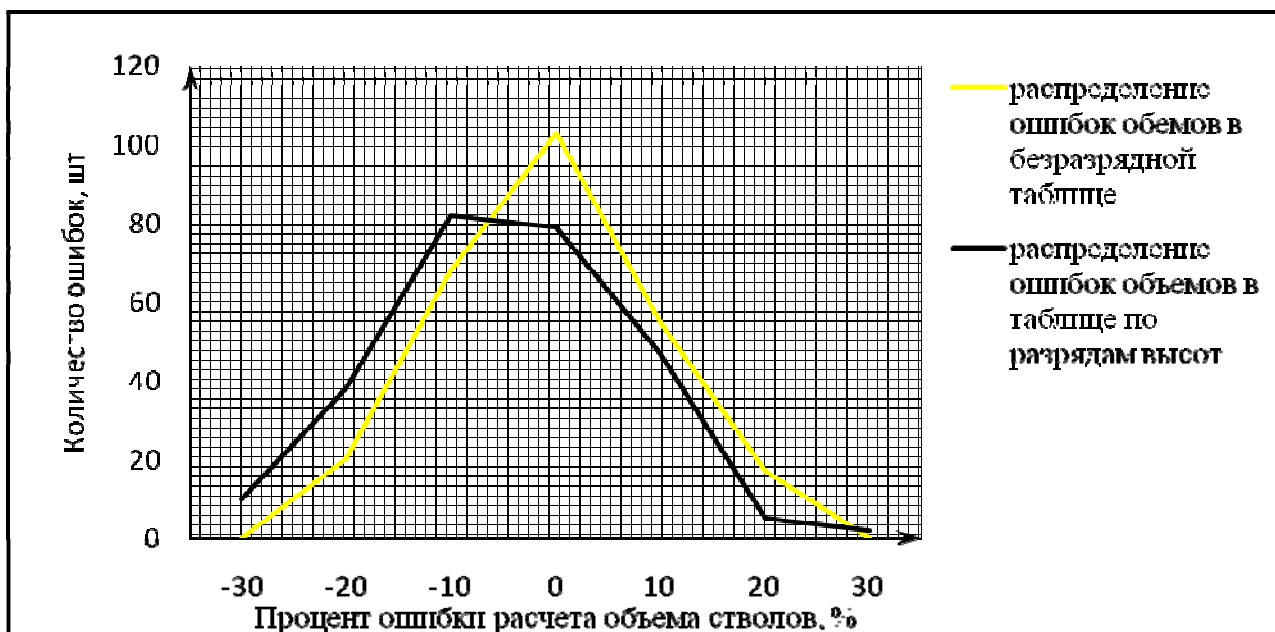


Рис. 3. График распределения количества ошибок на его процент

Из рисунка 3 видно, что большинство ошибок в составленной нами безразрядной таблице приходится на диапазон  $\pm 10\%$ , а пик приходится на ошибки близкие к 0, что свидетельствует о правильности выбранной методики расчета. Анализируя таблицу по разрядам высот из справочника для учета лесных ресурсов Дальнего Востока [5], можно заметить, что ее данные имеют тенденцию к занижению объемов. Средний показатель ошибки для таблицы по разрядам высот составил  $-4,7\% \pm 11,7\%$ . Для рассчитанной нами таблицы средний показатель ошибки составил  $-0,1\% \pm 9,8\%$ . Точность в  $\pm 10\%$  является допустимой для практической работы [7]. Отсюда можно сделать вывод, что составленная нами безразрядная таблица сопоставима по точности с принятыми объемными таблицами по разрядам высот, но более актуальна для лиственницы произрастающей в Северном лесничестве.

## Заключение

Проведенные исследования объемообразующих показателей лиственницы даурской позволили выявить ряд региональных закономерностей, на основе которых была разработана безразрядная двухвходовая массовая таблица для определения объемов стволов лиственницы даурской.

Анализ исходных данных показал, что в выборке модельных деревьев преобладают экземпляры со средним коэффициентом формы  $q_2 = 0,638 - 0,766$ , а так же со средним видовым числом  $f = 0,448-0,564$ . Это близко ( $\pm 3\%$ ) ранее разработанным нормативам по лиственнице европейской и лиственнице даурской [3, 4, 5].

Была рассчитаны и сопоставлены ошибки для рассчитанной объемной таблицы и таблицы по разрядам высот из справочника для учета лесных ресурсов Дальнего Востока [5]. В ходе исследования выяснилось, что таблица по разрядам высот в среднем занижает объемы лиственницы на  $4,7\%$ , а так же наблюдается разброс данных в пределах  $\pm 11,7\%$ ; рассчитанная безразрядная объемная таблица имеет точность  $\pm 9,8\%$  от истинных значений объемов. Составленная безразрядная таблица сопоставима по точности с принятыми объемными таблицами по разрядам высот, но более актуальна для лиственницы, произрастающей в Северном лесничестве.

## Список литературы

- [1] Анучин Н. П. Лесная таксация. Изд., доп. М. Лесная промышленность, 1977. 512с.
- [2] Воропанов П.В. Лекции по лесной таксации. Часть I. Таксация дерева Брянск, 1961. - 277 с.
- [3] Войнов Г.С. Зависимость полндревесности стволов от их диаметра и высоты. Лесное хозяйство, 1975. 54с.
- [4] Выводцев Н.В., Выводцева А.Н. Лиственничники Дальнего Востока / Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – 201 с.
- [5] Корякин, В. Н. Справочник для учёта лесных ресурсов Дальнего Востока.– Хабаровск. ФГУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 2010. 453 с.
- [6] Лесная таксация : учебное пособие / сост. В. С. Сергеева, И. Э. Крамынина /– Иркутск : Изд., БГУЭП, 2013. – 250 с..