

УДК 630*524.31

ОБЪЕМНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТВОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЧЕРЕМУХИ МААКА

Полещук А.В., Гриднев А.Н.

ФГБУН «Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова» ДВО РАН, Уссурийск, e-mail: gtsuss@mail.ru

В настоящее время в литературных источниках нет сведений об объемных характеристиках стволовой древесины черемухи Маака. Отсутствие нормативно-справочных материалов вносит определенные трудности при расчете запаса на единицу площади, особенно в лесопарковых зонах городов и поселков, где разрешена вырубка только сухостойных деревьев. Решение данного вопроса является актуальным особенно при организации рационального природопользования, воспроизводства и сохранения биоразнообразия в естественных и искусственных фитоценозах. Основной целью работы было составление нормативно-справочных материалов для ресурсной оценки запасов стволовой древесины черемухи Маака. Основное внимание в процессе исследований уделяли вопросам лесоводственного и лесотаксационного характера. При этом применяли методы маршрутных обследований с закладкой пробных площадей, на которых выполняли весь комплекс лесоводственных и таксационных работ. Экспериментальный материал представлен в количестве 65 учетных деревьев. В основу расчета шкалы разрядов высот положена обобщающая кривая связи высот и диаметров стволов всей совокупности обмеренных деревьев. Данная кривая рассчитывалась как среднеарифметическая замеров высот по всем ступеням толщины. В результате обработки модельных деревьев разработана шкала для определения разрядов высот древостоев. Определена доля коры в процентном выражении. Выявлено, что существенной разницы по выходу коры между разрядами высот нет, и они относятся к одной генеральной совокупности. Составлены объемные таблицы для стволов черемухи Маака. Установлено, что точность определения запаса находится в допустимых пределах $\pm 13\%$. Использование регрессионных уравнений позволяет значительно повысить производительность расчетных работ. Таблицы объемов для трёх разрядов высот могут использоваться в лесоустроительных работах и быть рекомендованы для применения научным сотрудникам и работникам лесного хозяйства при определении ресурсного потенциала и объемных характеристик деревьев черемухи Маака в естественных и культурных фитоценозах.

Ключевые слова: черемуха Маака, разряды высот, объемные таблицы

BY VOLUME DESCRIPTIONS OF BARREL WOOD PADUS MAACKII (RUPR.) KOM

Poleschuk A.V., Gridnev A.N.

Mountain-taiga station named after V.L. Komarov Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science, Mountain-taiga station, Ussuriysk, e-mail: gtsuss@mail.ru

At the present time in the literature there is no information about the volumetric characteristics of stem wood of *Padus maackii*. The absence of legal reference materials makes certain difficulties in calculation of reserves per unit area, especially in the green areas of cities and towns, where felling is allowed only dead trees. The solution to this problem is relevant especially in the sustainable management, reproduction and conservation of biodiversity in natural and artificial phytocenoses. The main aim of this work was the development of the normative-reference materials for the resource reserves evaluation of the stem wood of *Padus maackii*. The focus of the research was given to forestry forest mensuration and nature. Used methods of route surveys in laying plots, which deliver the full range of silvicultural and forest inventory works. The experimental material presented in the amount of 65 account of the trees. The basis for the calculation of the scale of heights laid discharges the generalized curve when the heights and diameters of the trunks of the totality of the measured trees. This curve was calculated as the arithmetic mean of the measurements of the heights of all the steps of the thickness. The processing of model trees scale to determine the level heights of the forest. Determined the share of bark in percent. It is revealed that a significant difference in the yield of bark between the level heights, and they belong to the same population. Composed of three-dimensional tables to trunks of *Padus maackii*. It is established that the accuracy of determining the stock is within acceptable limits of $\pm 13\%$. The use of regression equations allows to significantly improve the performance of calculation works. Volume table for the three level heights can be used in forest inventory applications to be recommended for the use of researchers and foresters in determining the resource potential and volumetric characteristics of the trees *Padus maackii* in natural and cultural phytocenoses.

Keywords: bird cherry tree of Маака, digits of heights, by volume tables

Черемуха Маака (*Padus maackii* (Rupr.) Kom.) распространена в Приморском и Хабаровском краях, в юго-восточных районах Амурской области. Вниз по Амуру доходит до Мариинска (Булавы), а на запад – до Буреинских гор. Растет одиночно и группами в долинах лесных горных рек и ручьев, преимущественно в их среднем и верхнем течении, часто у каменистых россыпей и скал. В горы поднимается до 800 м над ур. м. [10].

Черемуха Маака привлекает внимание лесоводов как вид, обладающий очень красивой древесиной розовато-коричневого цвета, мягкой, очень легкой, пригодной для производства фанеры и различных поделок. Древесина черемухи с ядром и заболонью состоит из сосудов, волокнистых трахеид, тяжелой и лучевой паренхимы. Ядро красновато-бурое или темно-красное, равномерно окрашенное или в полосах и пятнах

более светлых или темных оттенков. Годичные кольца и лучи заметные, просветы сосудов плохо различимы. Граница годичного кольца выражена отчетливо в виде полосы сплюснутых элементов (волоконистых трахеид, паренхимы и сосудов) в 1–3 слоя. Древесина рассеяннососудистая, с некоторой тенденцией к кольцесосудистости [7].

Данный вид широко используется в озеленении не только в ареале естественного произрастания, но и далеко за его пределами. Черемуха зимостойкая, светолюбивая, быстрорастущая, почти не повреждается насекомыми. Декоративна, особенно в аллейных посадках из-за хорошей очищаемости от сучьев, ровных прямых стволов с коричнево-красноватой или золотисто-бурой, блестящей корой. Ветви коричневые, молодые побеги опушенные. Дерево изящно выглядит круглый год, особенно весной во время цветения и осенью – при созревании плодов. Цветки белые, собранные в кисти длиной около 5 см, плоды – черные костянки. В лесу деревья черемухи, как правило, небольших размеров едва достигают 15–17 м высоты при диаметре на высоте груди 28–32 см, на открытых пространствах диаметр существенно возрастает, до 40–45 см.

В литературных источниках имеется достаточно сведений о дальневосточных видах рода *Padus* Mill. Тем не менее до настоящего времени нет данных, касающихся объемных характеристик стволовой древесины черемухи Маака. Отсутствие нормативно-справочных материалов вносит определенные трудности при расчете запаса на единицу площади, особенно в лесопарковых зонах городов и поселков, где разрешена вырубка только сухостойных деревьев. На наш взгляд, решение данного вопроса является своевременным и актуальным при организации рационального природопользования, воспроизводства и сохранения биоразнообразия в естественных и искусственных биогеоценозах Дальнего Востока.

Таким образом, при подготовке данного сообщения основной целью, которую ставили перед собой, было составление нормативно-справочных материалов для ресурсной оценки запасов стволовой древесины черемухи Маака.

Материалы и методы исследования

Полевые работы проводили в Хасанском, Уссурийском, Анучинском и Чугуевском районах Приморского края. В работе были использованы литературные данные и полевые исследования, проведенные нами в 2010–2016 гг. Основное внимание в процессе исследований уделяли вопросам лесоводственного

и лесотаксационного характера. При этом применяли методы маршрутных обследований с закладкой пробных площадей (ПП), на которых выполняли весь комплекс лесоводственных и таксационных работ.

В качестве методической основы для построения объемных таблиц нами использовано руководство П.В. Горского [2] с дополнениями и изменениями, вытекающими из особенностей исследуемых древостоев [4, 5, 8]. Экспериментальный материал представлен в количестве 65 шт. учетных деревьев, из них 10 деревьев были срублены на анализ хода роста, 30 растущих деревьев были обмерены с помощью дендрометра «Такс-1» [1, 3], у остальных измеряли диаметр на высоте груди ($D_{гр}$) и высота дерева (H).

Опытные данные группированы по 2-сантиметровым ступеням толщины с учетом степени варьирования формы древесных стволов. Спиленные модельные деревья были раскряжеваны на одно- или двухметровые отрубки в зависимости от длины ствола. На каждом отрубке обмерены диаметры в поперечном сечении в коре и без нее с точностью до 0,1 см. Общая длина ствола определена с точностью до 0,1 м. При обмере учетных деревьев дендрометром «Такс-1» длина секции произвольная, количество замеров (от 6 до 12) зависело от степени сбежистости ствола и его высоты.

Объем ствола дерева зависит от размеров (высоты и диаметра) и от формы ствола. На форму ствола дерева в лесу оказывают влияние многочисленные факторы как внутренней, так и внешней среды, учесть которые в полной мере – задача довольно трудная, а порой и невозможная. Основным показателем, характеризующим форму ствола, является сбеж, тесно связанный с полнодревесностью. Для характеристики полнодревесности стволов применены старые видовые числа, которые представляют собой отношение объема ствола к объему цилиндра, построенного по диаметру на высоте груди и имеющего со стволом общую высоту.

Результаты исследования и их обсуждение

В лесах Приморского края черемуха Маака отмечена нами в кленово-лещинных кедровниках с липой и дубом (К-VI), кленово-лещинно-грабовых кедровниках с липой и пихтой цельнолистной (К-VI гр), разнокустарниковых кедровниках с желтой берёзой (К-IV), кустарниково-разнотравных кедровниках с ильмом и ясенем (К-VII), в чернопихтарнике кленово-кедровом (Ч-V), в желтоберезовых смешанных лесах (БЖ-VI), Отдельные молодые экземпляры черемухи Маака встречаются в различных типах дубовых лесов. Таксационная характеристика некоторых типов леса приведена в табл. 1.

Камеральная обработка исходного материала началась с установления разрядов высот по соотношению диаметров на высоте груди с высотой стволов. В основу расчета шкалы разрядов высот положена обобщающая кривая связи высот и диаметров стволов всей совокупности обмеренных деревьев. Данная кривая рассчитывалась, как

среднеарифметическая замеров высот по всем ступеням толщины. Далее эти данные подверглись регрессионному анализу. По нашим данным, обобщающая кривая высот для стволов черемухи Маака выражается логарифмическим уравнением вида

$$y = a + b \lg x + c \lg^2 x, \quad (1)$$

где y – обобщающая высота ($H_{об}$), м; a , b , c – постоянные члены уравнения; \lg – десятичный логарифм; x – аргумент уравнения, диаметр деревьев на высоте груди ($D_{вр}$), см.

В транскрипции для математической информатики уравнение обобщающей кривой для черемухи Маака имеет следующие параметры:

$$H_{об} = -14,681 + 29,79331 \cdot \log_{10}(D_{вр}) - 6,03537 \cdot (\log_{10}(D_{вр}))^2, \quad (2)$$

где $H_{об}$ – высота, м; $D_{вр}$ – диаметр на высоте груди (ступени толщины), см.

Уравнение рассчитано в интервале диаметров 6–36 см. Мера связи характеризуется корреляционным отношением $h = 0,563 \pm 0,19$, при этом стандартная ошибка уравнения составила $\pm 3,8$ м. Исходя из пределов высот, охватив всю зону рассеивания, была установлена шкала высот, включающая 3 разряда (табл. 2). Интервалы между смежными разрядами высот по модулю колебались от 0,9 м для низших ступеней толщины и до 1,6 м – для высших.

Пределы высот (H_{max} и H_{min}) по разрядам были выравнены аналитически, в результате регрессионного анализа получены уравнения показательного-степенной функции с экспонентой следующего вида:

$$y = ae^{bx} + c, \quad (3)$$

где y – пределы высот (H_{max} и H_{min}), м; a , b , c – постоянные члены уравнения; e – натуральное число; x – аргумент уравнения, диаметр деревьев на высоте груди ($D_{вр}$), см.

Таблица 1

Участие черемухи Маака в различных типах леса

Номер пробной площади	Географическое положение	Ярус	Состав древостоя	Возраст, лет	Число стволов	Полнота	Сумма площадей сечений, м ²	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Бонитет	Запас, м ³ /га
Акатниково-сиреневый ясеневник											
1	Средняя часть поймы р. Ивнячка, положение ровное, 120 м над ур. моря	1	6ЯЗБм1Ма + Лп,И, Бх, ед.Чм	50	354	0,6	15,96	24,0	15,0	II	118
Кустарниково-разнотравный кедровник с ильмом и ясенем (К-VII)											
2	Предпойменная терраса средней части бассейна р. Неженки	1	3КЗПц2И1Я 1Лп + Ор,Бх	160–200	120	0,5	13,9	36,0	22,0	III	137,5
		2	4Кл2Кмн2П 1Ма,ед Чм	80–100	340	0,3	15,3	24,0	17,0		125,8
		Итого:			460	0,8	29,1				263,3
Кленово-лещинно-грабовый кедровник с липой и пихтой цельнолистной (К-VI гр)											
3	Верхняя часть ключа Артиллерийского, северо-восточный склон 1–2°, 178 м над ур. м. N – 43° 12' N – 131° 20'	1	3К2Пц2Лп1Д 1Бм 1Чм ед.Я	100–130	163	0,3	9,47	32	20	III	138
		2	3Г2К2Пц2Лп 1Км + Ч,ед.Я	70	72	0,2	3,72	12	10		17,5
		Итого:			235	0,5	13,2				155,5

Примечание. Бх – бархат амурский (*Phelodendron amurense* Rupr.); Бм – береза маньчжурская (*Betula manshurica* Regel), Г – граб сердцелистный (*Carpinus cordata* Blume L); Д – дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.), Ид – ильм долинный (*Ulmus japonica* Rehd. Sarg.); К – кедр корейский (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc); Км – клен мелколистный (*Acer, mono* Maxim) Лп – липа амурская (*Tilia amurensis* Rupr.); Ма – маакия амурская (*Maackia amurensis* Rupr.et Maxim.); Пц – пихта цельнолистная (*A. holophylla* (Troutv) Maxim.); Чм – черемуха Маака (*P. maackii* Rupr.Kom.); Ч – черемуха Максимовича (*P. maximowiczii* (Rupr.) Sokolov); Я – ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica* Rupr.).

Таблица 2

Шкала для определения разрядов высот древостоев черемухи Маака

Ступени толщины, см	Разряды высот					
	I		II		III	
	H_{\max} , м	H_{\min} , м	H_{\max} , м	H_{\min} , м	H_{\max} , м	H_{\min} , м
6	6,5	5,5	5,4	4,5	4,4	3,5
8	9,0	7,8	7,7	6,6	6,5	5,4
10	10,9	9,6	9,5	8,3	8,2	7,0
12	12,4	11,1	11,0	9,7	9,6	8,3
14	13,6	12,2	12,1	10,8	10,7	9,4
16	14,6	13,2	13,1	11,8	11,7	10,4
18	15,4	14,0	13,9	12,6	12,5	11,2
20	16,1	14,7	14,6	13,2	13,1	11,8
22	16,7	15,2	15,1	13,8	13,7	12,4
24	17,2	15,7	15,6	14,3	14,2	12,9
26	17,6	16,2	16,1	14,7	14,6	13,4
28	18,0	16,5	16,4	15,1	15,0	13,7
30	18,3	16,9	16,8	15,5	15,4	14,1
32	18,6	17,2	17,1	15,8	15,7	14,4
34	18,9	17,4	17,3	16,0	15,9	14,7
36	19,1	17,7	17,6	16,3	16,2	14,9

Таблица 3

Параметры уравнения (3) для предельных значений шкалы разрядов высот по черемухе Маака

Разряды высот	Пределы толщины, см	Показатели высот	Ошибка уравнения	Константы уравнения	
				a	b
I	6–36	H_{\max}^*	$\pm 0,14$	23,75184	-7,80163
		H_{\min}^*	$\pm 0,14$	22,35651	-8,44521
II	6–36	H_{\max}^{**}	$\pm 0,14$	22,35651	-8,44521
		H_{\min}^{**}	$\pm 0,21$	21,07831	-9,30356
III	6–36	H_{\max}^{**}	$\pm 0,21$	21,07831	-9,30356
		H_{\min}^*	$\pm 0,35$	20,01535	-10,5183

Примечание: H_{\max} – верхний предел высоты в разряде, м;

H_{\min} – нижний предел высоты в разряде, м;

* – в уравнение (3) свободный член $c = 0$; ** – в уравнение (3) свободный член $c = -0,1$.

Параметры уравнений для разрядов высот, характеризующие пределы высот H_{\max} и H_{\min} , приведены в табл. 3.

Наши исследования показали, что индексы корреляции по С.Н. Свалову [8] для уравнений, приведенных в табл. 2, отличаются незначительно (от 0,995 до 0,997), что говорит о сравнительно высокой степени близости эмпирических данных к аналитическим.

Вторым этапом камеральных работ являлось определение объемных характеристик учетных деревьев. Объем учетных деревьев определялся в коре у сваленных стволов по сложной формуле Губера, а у об-

меренных с помощью дендрометра – по сложной формуле средних сечений.

Полученные в результате расчетов объемы стволов по ступеням толщины были выравнены аналитически для каждого разряда высот. Регрессионный анализ показал, что лучшие параметры сглаживания имела показательная функция с экспонентой:

$$y = x^{be^{cx}}, \quad (4)$$

где y – объемы стволов (V), m^3 ; a , b , c – постоянные члены уравнения; e – натуральное число; x – аргумент уравнения, диаметр деревьев на высоте груди ($D_{гр}$), см.

Таблица 4

Параметры уравнения (4) зависимости объема стволов черемухи Маака от диаметра по разрядам высот

Разряды высот	Пределы толщины	Константы уравнения		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
I	6–36	0,000136	2,589833	-0,01586
II	6–36	0,0000734	2,849241	-0,03056
III	6–36	0,0000422	3,044232	-0,04019

Параметры уравнений, характеризующие объемы стволов по ступеням толщины в пределах разрядов высот, приведены в табл. 4.

Индексы корреляции для уравнений, приведенных в табл. 2, отличаются незначительно (от 0,995 до 0,998), что говорит о сравнительно высокой степени близости эмпирических данных к аналитическим.

Кроме объема стволов черемухи Маака нами была определена доля коры в процентном выражении. Процент коры, полученный как разность объемов в коре и без коры, отнесенная к объему ствола в коре. В результате дисперсионного анализа установлено, что существенной разницы по выходу коры между разрядами высот нет и они относятся к одной генеральной совокупности. Данный вывод с вероятностью 0,95 базируется на фактических показателях критерия Стьюдента (t_{ϕ}), которые для большинства ступеней толщины оказались меньше их стандартного значения (t_{st}).

В результате регрессионного анализа для характеристики доли коры была подо-

брана гиперболическая функция, имеющая следующий вид:

$$y = a + b/x, \quad (5)$$

где y – доля коры от объема ствола в коре (V), %; a, b – постоянные члены уравнения; x – аргумент уравнения, ступени толщины ($D_{вр}$), см.

В интерпретации математической информации данное уравнение (5) для черемухи Маака имеет следующие параметры:

$$P_k = 4,713458 + 159,2251/D_{вр}, \quad (6)$$

где P_k – процент коры, %; $D_{вр}$ – ступени толщины, см.

Сходность вычисленных по уравнениям величин процентного содержания коры с экспериментальными значениями оказалась достаточно близкой к единице (индекс корреляции равен 0,988).

Аппроксимированные данные объемов стволов по уравнениям (табл. 4) и данные по доле коры, рассчитанные по формулам (4)–(6), сведены в табл. 5.

Таблица 5

Объемы стволов черемухи Маака по разрядам высот

Ступени толщины, см	Разряды высот			Доля коры, %
	I	II	III	
	объемы стволов, м ³			
6	0,0128	0,0101	0,0077	31
8	0,0261	0,0215	0,0172	25
10	0,0451	0,0382	0,0312	21
12	0,0701	0,0604	0,0502	18
14	0,1012	0,0882	0,0741	16
16	0,1385	0,1214	0,1026	15
18	0,1821	0,1597	0,1355	14
20	0,2317	0,2028	0,1724	13
22	0,2873	0,2504	0,2126	12
24	0,3487	0,3018	0,2557	11
26	0,4156	0,3566	0,3010	11
28	0,4879	0,4143	0,3481	10
30	0,5651	0,4744	0,3963	10
32	0,6471	0,5364	0,4450	10
34	0,7334	0,5997	0,4939	9
36	0,8239	0,6640	0,5424	9

Заключение

Составленные объемные таблицы для стволов черемухи Маака подверглись проверке, которая показала, что точность определения запаса находится в допустимых пределах. Так, ошибка в определении запаса составила $\pm 13\%$; при проверке за эталон брался запас, определенный по модельным деревьям. Использование регрессионных уравнений позволит значительно повысить производительность расчетных работ при оценке древесных ресурсов насаждений с участием черемухи Маака. Таблицы объемов для трёх разрядов высот могут использоваться в лесоустроительных работах и быть рекомендованы для применения научным сотрудникам и работникам лесного хозяйства при определении ресурсного потенциала и объемных характеристик деревьев черемухи Маака в естественных и культурных фитоценозах.

Список литературы

1. А.с. 1698635 (СССР). Дендрометр / А.Н. Гриднев. – Оpubл. в Б.И., 1991, № 46. – 4 с.
2. Горский П.В. Руководство для составления таблиц / П.В. Горский. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 95 с.
3. Гриднев А.Н. О совершенствовании измерительной техники в лесоводственно-таксационных исследованиях // Перспективы и методы повышения эффективности многоцелевого лесопользования на Дальнем Востоке: материалы регион. конф., Хабаровск, февраль 2004 г. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2004. – С. 84–87.
4. Гриднев А.Н. Объемные таблицы для линейных насаждений ильма приземистого // Биологические исследования на Горнотаежной станции: сборник научных трудов. – Владивосток: ГТС ДВО РАН, 2008. – Вып. 11. – С. 117–127.
5. Гриднев А.Н. Объемные таблицы пихты цельнолистной в Приморском крае // Лесное хозяйство. – 2010. – № 4. – С. 41–42.
6. Гусев И.И. Методика построения шкалы разрядов высот // Лесной журнал. – 1971. – № 6. – С.137–138 (Известия высших учебных заведений).
7. Деревья и кустарники СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 3. – С. 758–774.
8. Полещук В.А. Объемные таблицы мааки амурской в Приморском крае / В.А. Полещук, А.Н. Гриднев // Лесное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 42–43.
9. Свалов С.Н. Применение статистических методов в лесоводстве // Итоги науки и техники (Серия Лесоведение и лесоводство). – М.: ВИНТИ, 1985. – Т.4. – 164 с.
10. Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока: справочная книга; под. общ. редакц. С.Д. Шлотгауэр. – 3-е изд. перер. и допол. – Хабаровск: Изд. дом «Приамурские ведомости», 2010. – С. 133–134.