

Научная статья  
УДК 630\*524.2

## ТАБЛИЦЫ ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫХ ПОСАДКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА

**Кристина Александровна Марушина<sup>1</sup>, Денис Сергеевич Донгузов<sup>2</sup>,  
Ирина Владимировна Шевелина<sup>3</sup>, Дарья Евгеньевна Тесля<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup> Уральский лесотехнический колледж, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> k.marushina@mail.ru

<sup>2</sup> denisdonguzov191@gmail.com

<sup>3</sup> shevelinaiv@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> teslyad@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Впервые для деревьев ели сибирской, произрастающих в озеленительных посадках г. Екатеринбурга, разработаны трехходовые таблицы объемов стволов. Для сбора данных у растущих деревьев ели использовали программно-измерительный комплекс на базе ГИС Field Map. Статистико-графические работы проведены (графический, корреляционный, парный и множественный регрессионный анализы) в программе *Statistica 10*. В итоге разработано многофакторное уравнение, в качестве определяющих в него вошли: диаметр на высоте груди, высота и второй коэффициент формы.

**Ключевые слова:** ель сибирская, таблицы объемов, городские озеленительные посадки, программно-измерительный комплекс

Scientific article

## TABLES OF VOLUMES OF SIBERIAN SPRUCE TRUNKS IN LANDSCAPING PLANTINGS OF YEKATERINBURG

**Christina A. Marushina<sup>1</sup>, Denis S. Donguzov<sup>2</sup>, Irina V. Shevelina<sup>3</sup>,  
Daria E. Teslya<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>4</sup> Ural Forest College, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> k.marushina@mail.ru

<sup>2</sup> denisdonguzov191@gmail.com

<sup>3</sup> shevelinaiv@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> teslyad@m.usfeu.ru

**Abstract.** For the first time, three-entry tables of trunk volumes have been developed for Siberian spruce trees growing in landscaping plantings in Yekaterinburg. To collect data from growing spruce trees, a software-measuring complex based on GIS Field Map was used. Statistical and graphical work was carried out (graphical, correlation, paired and multiple regression analyses) in the Statistica 10 program. As a result, a multifactorial equation was developed, as determining factors it included: diameter at chest height, height and the second shape coefficient.

**Keywords:** siberian spruce, volume tables, urban landscaping plantings, software and measurement complex

Применение лесотаксационных нормативов для таксации насаждений, произрастающих в городских условиях, приводит к значительным ошибкам, это связано с различиями в условиях произрастания [1]. Работники зеленого хозяйства в своей практике используют лесные нормативы из-за отсутствия таблиц, разработанных специально для городских условий. Анализ специальной литературы показал, что в настоящее время существуют только отдельные оценочные таблицы, разработанные для городских насаждений [2].

Целью исследования была разработка таблиц для оценки объемов стволов деревьев ели сибирской, произрастающих в условиях города.

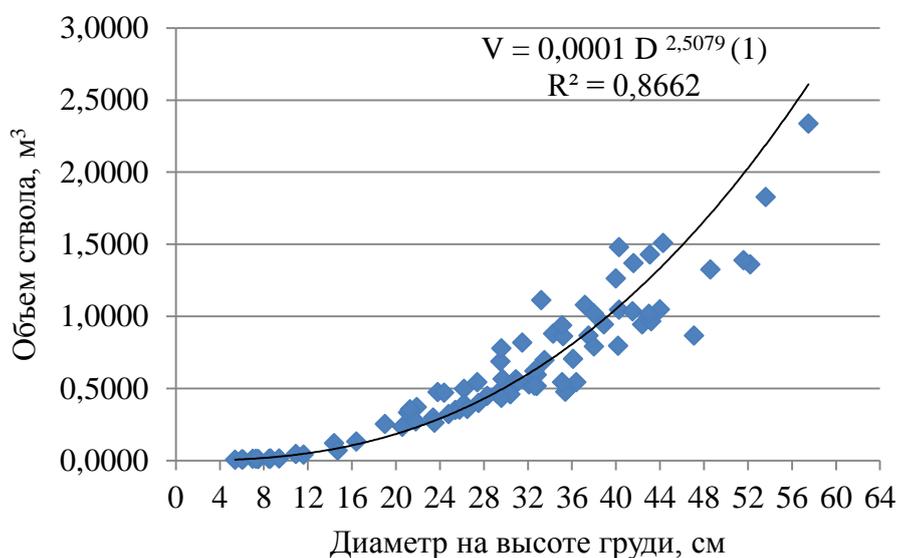
Объектом исследований послужили деревья ели сибирской, растущие в посадках г. Екатеринбурга. Биометрические показатели деревьев охватывают широкий диапазон, например, диаметры на высоте груди ( $D$ ) от 5,4 до 48,6 см, высоты ( $H$ ) – от 3,2 до 23,9 м. Деревья данного вида в изучаемых посадках имеют санитарное состояние от здоровых (1 балл) до ослабленных (2 балла). В общей сложности было обмерено 80 деревьев данного вида на 5 участках г. Екатеринбурга, которые располагаются в трех административных районах: Кировском (ул. Мира, ул. Первомайская), Орджоникидзевском (ул. Фестивальная) и Октябрьском (ул. Сибирский тракт, ул. Мичурина).

Для составления таблиц объемов необходимы массовые обмеры формы ствола деревьев. Данная процедура возможна у срубленных деревьев, а в городских условиях рубка недопустима. Использование современных программно-измерительных комплексов (далее ПИК) позволяет получить информацию о диаметрах деревьев на разных высотах с достаточной точностью без их рубки [3].

Для всех обмеренных деревьев в камеральных условиях рассчитали объемы ( $V$ ) стволов и второй коэффициент формы ( $q^2$ ).

Следующим шагом было построение графика зависимости объемов стволов от диаметров на высоте груди ( $D$ ) деревьев (рис. ниже). Выявлено, что теснота связи между исследуемыми показателями высокая. Данная зависимость хорошо описывается степенной функцией. Уравнение зависимости (1) представлено на графике (рисунок). Коэффициент

детерминации составляет  $R^2 = 0,866$ , это говорит о том, что диаметр объясняет варьирование объемов стволов на 96,6 %, на остальные факторы (высота, второй коэффициент формы) приходится 3,4 %.



Зависимость объемов стволов деревьев от диаметра

Для того чтобы приблизить данные к линейному виду, возвели диаметр в квадрат. Графический анализ показал, что зависимость объемов от квадрата диаметров хорошо описывается линейной функцией:

$$V = 0,0006 \cdot D^2. \quad (1)$$

Значение коэффициента детерминации равно  $R^2 = 0,888$ .

Обзор специальной литературы показал, что на объем стволов кроме диаметра на высоте груди заметное влияние оказывают их высота и форма ствола.

Анализ значений  $q_2$  показал, что у деревьев ели в городских парках и скверах он изменяется в достаточно широком диапазоне от 0,29 до 0,85. Среднее значение  $q_2$  составляет 0,47. Весь полученный массив анализируемого показателя разбили на три категории. Выяснили, что деревья ели присутствуют во всех категориях сбежистости ствола. К категории сильносбежистых отнесено 45 шт. деревьев, среднесбежистых – 32 и малосбежистых – всего 3. Использование в дальнейшем исследовании второго коэффициента формы обосновано.

Далее проведен корреляционный анализ между исследуемыми показателями  $V$  и  $H$ ,  $V$  и  $q_2$  (табл. 1), который доказал, что в базовую модель наряду с квадратом диаметра необходимо ввести высоту (теснота связи значительная) и второй коэффициент формы (слабая).

Таблица 1

## Корреляционная матрица

Показатели	Объем, м <sup>3</sup>	Оценка тесноты связи
Диаметр, см	0,930	очень высокая
Диаметр в квадрате, см	0,931	очень высокая
Высота, м	0,637	значительная
Второй коэффициент формы ( $q_2$ )	0,189	слабая

На этапе разработки объемных таблиц с учетом характера зависимости объема стволов ели в городских посадках от их диаметра на высоте груди, высоты и коэффициента формы нами представлена базовая модель:

$$V = f(D^2, H, q_2). \quad (2)$$

В ходе проведения множественного регрессионного анализа были изучены различные комбинации переменных. Для каждого уравнения рассчитаны коэффициенты детерминации и значения  $t$ -критериев Стьюдента коэффициентов.

Итоговое уравнение имеет следующий вид:

$$V = 0,0006 \cdot D^2 + 0,013624 \cdot H \cdot q_2; \quad (3)$$

$t$ -критерии: 18,3 и 3,02.

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,884$ . Значения  $t$ -статистики коэффициентов уравнения показывают, что коэффициенты факторов в уравнении в высшей степени достоверны ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{стад } 5\%}$ ).

На основании итогового уравнения разработаны три таблицы объемов для сбежистых ( $q_2 = 0,38$ ), среднесбежистых ( $q_2 = 0,58$ ) и малосбежистых ( $q_2 = 0,77$ ) стволов деревьев ели сибирской, которые произрастают в городских условиях. Фрагмент таблицы объемов для среднесбежистых стволов деревьев ели сибирской представлен в табл. 2.

Разработанные таблицы, учитывающие специфику роста деревьев в озеленительных посадках города, обеспечивают значительно большую точность, чем таблицы объемов, составленные для естественных древостоев. Таблицы объемов могут успешно применяться в практике городского зеленого хозяйства.

Таблица 2

Таблица объемов стволов деревьев ели сибирской  
в городских посадках при  $q_2 = 0,58$

Диаметр на высоте груди, см	Объем при высоте, м <sup>3</sup>					
	4	10	12	16	20	24
8	0,0659	0,1133	0,1291	0,1607	0,1923	0,2239
12	0,1087	0,1561	0,1719	0,2035	0,2351	0,2667
16	0,1687	0,2161	0,2319	0,2635	0,2951	0,3267
20	0,2458	0,2932	0,3090	0,3406	0,3722	0,4038
24	0,3400	0,3874	0,4032	0,4348	0,4665	0,4981
28	0,4514	0,4988	0,5146	0,5462	0,5778	0,6094
32	0,5799	0,6273	0,6431	0,6747	0,7063	0,7379
36	0,7255	0,7730	0,7888	0,8204	0,8520	0,8836
40	0,8883	0,9357	0,9515	0,9831	1,0148	1,0464

#### Список источников

1. Нуриев, Д. Н. Разработка таблиц объемов стволов березы для озеленительных посадок города Екатеринбурга на основе данных, полученных программно-измерительным комплексом Field-map / Д. Н. Нуриев, И. В. Шевелина, З. Я. Нагимов // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 11–1. – С. 54–60. – URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36905> (дата обращения: 04.12.2022).

2. Артемьев, О. С. Методы таксации городских насаждений : монография / О. С. Артемьев. – Красноярск : Сибирский гос. техн. ун-т, 2003. – 100 с.

3. Нуриев, Д. Н. Строение, рост и состояние озеленительных посадок березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях г. Екатеринбурга : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Дмитрий Наильевич Нуриев. – Екатеринбург, 2019. – 171 с.