

Научная статья
УДК 630*5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНЕРА «Л-СКАН НАНО» В ГОРОДСКИХ ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫХ ПОСАДКАХ

Ирина Владимировна Шевелина¹, Куаныш Базарович Абишев²,
Анастасия Владимировна Демидова³

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбу-
бург, Россия

¹ shevelinaiv@m.usfeu.ru

² 1kuanysh1@mail.ru

³ dnastay03@gmail.com

Аннотация. На двух объектах городских озеленительных посадок то-
поля бальзамического проведены лидарная съемка и инструментальная так-
сация деревьев с определением их диаметров на высоте груди и высот. Об-
лака точек, полученные в ходе лазерного сканирования участков, обрабо-
таны в программе *CloudCompare*. Сопоставлены данные натурных измере-
ний деревьев на выбранных участках с данными, полученными
при помощи лидарной съемки. Установлено, что мобильный 3D-сканер
«Л-СКАН НАНО» позволяет с достаточной точностью определять таксаци-
онные показатели деревьев в городских озеленительных посадках.

Ключевые слова: лазерное сканирование, тополь бальзамический, го-
родские озеленительные посадки, 3D-сканер, облако точек, высота, диаметр
на высоте груди

Благодарности: Работа выполнена в рамках исполнения госбюджет-
ной темы FEUG-2023-0002.

Для цитирования: Шевелина И. В., Абишев К. Б., Демидова А. В. Ис-
пользование мобильного лазерного 3D-сканера «Л-СКАН НАНО» в город-
ских озеленительных посадках // Вигоровские чтения = Vigorovsky readings :
материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конферен-
ции с международным участием, посвященной 75-летию Уральского сада
лечебных культур им. профессора Л. И. Вигорова. Екатеринбург : УГЛТУ,
2025. С. 268–273.

Original article

USE OF THE MOBILE LASER 3D-SCANNER “L-SCAN NANO” IN URBAN LANDSCAPING PLANTINGS

Irina V. Shevelina¹, Kuanysh B. Abishev², Anastasia V. Demidova³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ shevelinaiv@m.usfeu.ru

² 1kuanysh1@mail.ru

³ dnastay03@gmail.com

Abstract. Lidar survey and instrumental taxation of trees were carried out at two sites of urban landscaping plantings of balsamic poplar, with the determination of their diameters at chest height and heights. The point clouds obtained during the laser scanning of the plots are processed in the CloudCompare program. The data of on-site measurements of trees in the selected plots are compared with the data obtained using lidar surveys. It has been established that the “L-SCAN NANO” mobile 3D-scanner makes it possible to determine with sufficient accuracy the taxation indicators of trees in urban landscaping plantings.

Keywords: laser scanning, balsamic poplar, urban landscaping plantings, 3D-scanner, point cloud, height, diameter at breast height

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the implementation of the state budget theme FEUG-2023-0002.

For citation: Shevelina I. V., Abishev K. B., Demidova A. V. Ispolzovanie mobilnogo lazernogo 3D-skanera “L-SKAN NANO” v gorodskix ozelenitelnix posadkax [Use of the mobile laser 3D-scanner “L-SKAN NANO” in urban landscaping plantings]. Vigorovskie chteniya [Vigorovsky readings] : proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation dedicated to the 75-th anniversary of the Ural Garden of Medicinal Crops named after Professor L. I. Vigorov. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 268–273. (In Russ).

Городские зеленые насаждения играют важную роль в жизни города, выполняя экологические, эстетические и рекреационные функции [1]. Для грамотного ведения хозяйства в них необходима оценка основных таксационных показателей деревьев: диаметра на высоте груди, высоты и др. Данные показатели определяются при помощи как лесотаксационных инструментов (мерных вилок, высотомеров), так и программно-измерительных комплексов, например на базе ГИС *Field Map* во время натурных измерений деревьев [2–3]. Широко применяется тахеометрическая съемка для точного определения местоположения деревьев на плане [4]. Процессы определения биометрических показателей деревьев и их координатной привязки достаточно трудоемки.

В городских условиях (например, в озеленительных посадках вдоль улиц) деревья высаживают с определенным шагом посадки, это открывает большие возможности использования технологии лазерного сканирования на объектах зеленого хозяйства [5].

Целью исследования являлось тестирование мобильного лазерного сканера «Л-СКАН НАНО» для определения таксационных показателей деревьев (диаметра на высоте груди и высоты) в городских озеленительных посадках.

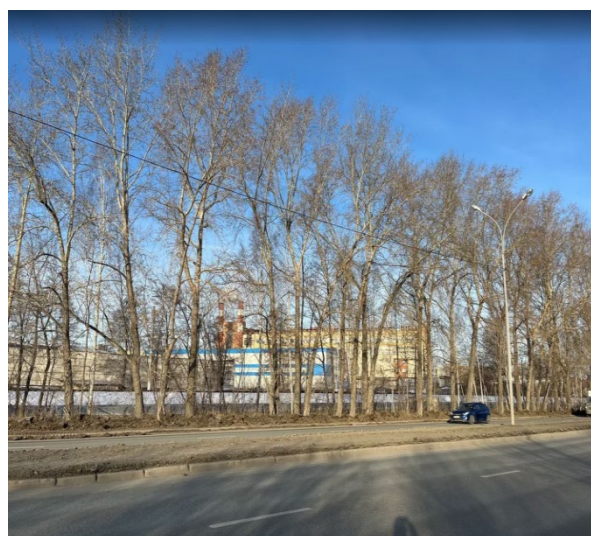
Объектами исследования явились деревья тополя бальзамического в озеленительных посадках г. Екатеринбурга (рис. 1).

Во время полевых работ на двух участках проведены следующие измерения:

- у каждого дерева определены высота высотомером-дальномером *TruPulse 360° B* (с точностью 0,1 м), диаметр мерной вилкой в двух взаимно перпендикулярных направлениях с выводом среднего (с точностью измерения 0,1 см);
 - лидарная съемка мобильным лазерным 3D-сканером «Л-СКАН НАНО».
- Характеристика лидара представлена нами ранее в статье [6].



а



б

Рис. 1. Объекты исследования: *а* – участок № 1 (ул. Хрустальная),
б – участок № 2 (Егоршинский подход)

Характеристика деревьев на участках представлена в табл. 1.

На участках обмерены все деревья тополя бальзамического, объем выборки на участке № 1 составил 12 шт., на участке № 2 – 40. Диапазоны изменения таксационных показателей представлены в табл. 1. По экспериментальным данным диаметров и высот деревьев рассчитаны коэффициенты варьирования в программе *Statistica 10*. Далее провели сопоставление этого

показателя с данными шкалы изменчивости количественных признаков растений С. А. Мамаева [7]. Уровень изменчивости диаметров деревьев на двух обследованных участках можно охарактеризовать как средний, высот – низкий. В целом результаты, полученные по нашим экспериментальным данным, можно считать статистически достоверными.

Таблица 1

Диапазоны изменения таксационных показателей деревьев

№ п/п участка	Количество деревьев, шт.	Диаметр на высоте груди, см		Коэффициент варьирования, %	Высота, м		Коэффициент варьирования, %
		min	max		min	max	
1	12	27,1	47,1	17,1	15,7	21,4	14,0
2	40	27,1	51,5	12,1	12,2	28,0	10,1

После натурных обмеров диаметров и высот деревьев на участках проведена лазерная съемка мобильным 3D-сканером. Файлы облаков точек в формате *.las, которые получены в результате съемки, были загружены и обработаны в программе *CloudCompare* с использованием плагина *3DFin* [8].

Количество деревьев, обнаруженных плагином в облаке точек, соответствовало данным натурных обследований (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика облаков точек

№ п/п участка	Количество деревьев, шт.	Количество точек в облаке
1	12	10 877 884
2	40	19 101 997

Общий вид деревьев на участке № 1 после обработки облака точек в программе *CloudCompare* представлен на рис. 2.

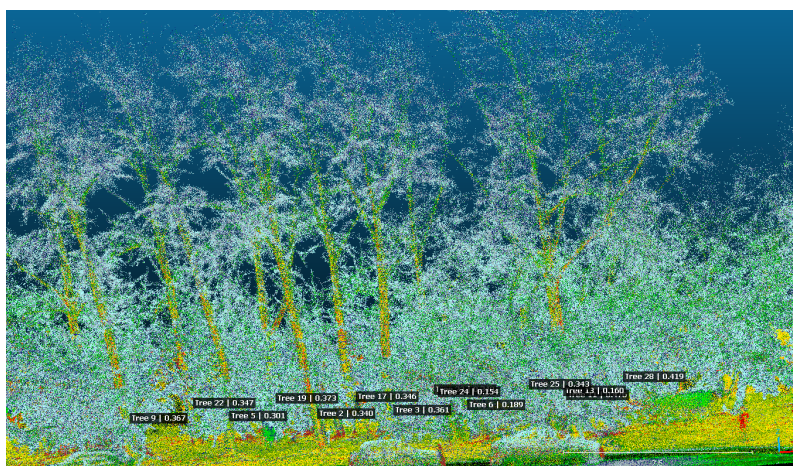


Рис. 2. Облако точек участка № 1 в программе *CloudCompare*

В ходе обработки входных облаков точек в плагине были получены таксационные показатели деревьев на объектах исследования: высота (м) и диаметр на высоте груди (см).

Далее сопоставили данные натурных измерений деревьев на выбранных участках с данными, полученными при помощи лидарной съемки. Для этого рассчитали ошибки (систематическую, среднеквадратическую и общую) по алгоритму, принятому в лесной таксации. Диаметры и высоты деревьев, определенные инструментальным способом, нами приняты за условно точные. В табл. 3 представлены результаты расчетов ошибок.

Таблица 3

Ошибки при определении высоты и диаметра
при помощи мобильного лазерного сканера

№ участка	Показатель	Ошибки, %		
		систематическая	среднеквадратическая	общая
1	Высота, м	-6,32	±7,64	±2,21
	Диаметр, см	+5,61	±8,18	±2,36
2	Высота, м	-7,36	±15,82	±2,50
	Диаметр, см	-4,67	±9,84	±1,56

Анализ табл. 3 показывает, что при определении высот деревьев с помощью мобильного сканера наблюдается занижение их величин, т. к. значения систематических ошибок имеют знак минус. Данный факт может быть объяснен, тем что лидарная съемка на участках проведена ранней весной до распускания листьев на деревьях, и тонкие веточки верхней части кроны плохо обнаруживались лазером. Анализ величин общих ошибок показывает, что мобильный 3D-сканер «Л-СКАН НАНО» позволяет с достаточной точностью определять таксационные показатели деревьев в городских озеленительных посадках.

Таким образом, использование мобильного лазерного 3D-сканера позволяет сократить трудоемкость работ по инвентаризации деревьев в озеленительных посадках.

Список источников

1. Лунц Л. Б. Городское зеленое строительство. М. : Стройиздат, 1974. 275 с.
2. Шевелина И. В., Нуриев Д. Н., Нагимов З. Я. Строение, рост и состояние городских озеленительных посадок березы повислой. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 146 с.
3. Разработка таблиц объемов стволов деревьев сосны, произрастающих в городских условиях / И. В. Шевелина, М. И. Касумов, И. С. Дунаев, А. Ф. Фаткуллина // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 1 (72). С. 46–54.

4. Гура Т. А., Сидеропуло Г. Р. Востребованность лазерного сканирования в процессе строительства и эксплуатации объектов // Вестник магистратуры. 2016. № 12–4(63). С. 63–65.

5. Лидарная технология в современной инвентаризации лесных массивов городской среды / И. М. Кузнецова, В. Н. Якимов, Н. И. Зазнобина [и др.] // Биотехнология. 2023. Т. 39, № 1. С. 78–88.

6. Применение технологии автономного лазерного сканирования при исследовании верхней границы леса / Т. С. Воробьева, И. В. Шевелина, З. Я. Нагимов [и др.] // 80 лет экологической науке на Урале : материалы всероссийской научной конференции с международным участием. 2024. С. 52–55.

7. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М. : Наука, 1972. 284 с.

8. 3DFin: a software for automated 3D forest inventories from terrestrial point clouds / D. Laino, C. Cabo, C. Prendes [et al.] // Forestry: An International Journal of Forest Research. V. 97, №. 4. P. 479–496.

References

1. Lunts L. B. Urban green construction: textbook for universities. М. : Stroyizdat, 1974. 275 p. (In Russ).

2. Shevelina I. V., Nyriev D. N., Nagimov Z. Ya. The structure, growth, and condition of urban plantings of *Betula pendula*. Ekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2020. 146 p. (In Russ).

3. Development of the stem volume tables of pine for urban conditions / I. V. Shevelina, M. I. Kasumov, I. S. Dunaev, A. F. Fatkullina // Forests of Russia and economy in them. 2020. №1 (72). P. 46–54. (In Russ).

4. Gura T. A., Sidiropulo G. R. The relevance of laser scanning in the process of construction and operation of facilities // Vestnik Magistratury. 2016. №. 12–4 (63). P. 63–65. (In Russ).

5. LiDAR Technology in Modern Forest Inventory forested areas in urban environment / I. M. Kyznetsova, V. N. Yalimov, N. I. Zaznobina [et al.] // Biotechnology. 2023. V. 39, № 1. P. 78–88. (In Russ).

6. Application of autonomous laser scanning technology in studying the upper limit of the forest / T. S. Vorobyova, I. V. Shevelina, Z. Ya. Nagimov [et al.] // 80 years of environmental science in the Urals : materials of the All-Russian scientific conference with international participation. 2024. P. 52–55. (In Russ).

7. Mamayev S. A. Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of the Pinaceae family in the Urals). М. : Nauka. 1972. 289 p. (In Russ.).

8. 3DFin: a software for automated 3D forest inventories from terrestrial point clouds / D. Laino, C. Cabo, C. Prendes [et al.] // Forestry: An International Journal of Forest Research. V. 97, №. 4. P. 479–496.