

УДК 630*52:004(045)

DOI: 10.18372/2310-5461.37.12374

Є. О. Бовсуновський, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-4627-7518
e-mail: period@nau.edu.ua

О. В. Рябчевський, асистент
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-5901-4365
o.ryabchevskiy@gmail.com

К. Ю. Браткова
Національний авіаційний університет,
e-mail: galandromeda31@gmail.com

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ

Вступ

Зелені насадження є одними з основних компонентів навколишнього природного середовища, що визначають його містобудівні, захисні, естетичні та ландшафтні характеристики. Вони відіграють важливу роль у питаннях поліпшення стану екосистем, вирішення проблем охорони навколишнього середовища, створення каркасу міста та низку рекреаційних та оздоровчих функцій.

Проте площа зелених насаджень загального користування у Києві є недостатньою у розрахунку на одного мешканця згідно ДБН 360-92**. При цьому управління зеленими насадженнями майже неможливе за рахунок відсутності єдиної бази їх паспортів.

Актуальність теми

Зелені насадження на території України в цілому та у місті Києві зокрема, не мають належним чином оформлені паспорти, що призводить до неможливості обліку, експлуатації та прогнозу їх розвитку. Для ефективної експлуатації зелених насаджень необхідно створювати бази даних, що забезпечують можливість створення та зберігання інформації про об'єкти, а також швидке внесення змін до неї за допомогою сучасних методів.

Мета роботи — пошук найефективніших методів проведення вимірювання параметрів зелених насаджень, зокрема дерев для створення електронної бази даних — паспорта зелених насаджень.

Огляд останніх досліджень і публікацій

Проблемою обліку та моніторингу зелених насаджень займалися учені Г. О. Білявський, В. П. Кучерявий та ін. [1; 2].

З метою збереження зелених насаджень та утримання їх у впорядкованому стані, створені нормативно-правові акти, що керують діяльністю суб'єкта у природоохоронній галузі. Згідно з «Правилами утримання зелених насаджень у населених пунктах України» від 10.04.2006 (наказ № 105) у містах та інших населених пунктах повинна проводитись інвентаризація зелених насаджень [4].

Відповідно до «Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України» від 16.01.2007 інвентаризація зелених насаджень здійснюється з метою:

- отримання даних щодо кількісного і якісного стану зелених насаджень на досліджуваній території;
- розробка стратегії розвитку зелених зон;
- впорядкування елементів та об'єктів озеленених територій;
- моніторинг санітарного стану зелених насаджень та зокрема кількості аварійних дерев;
- створення бази даних для подальшого її використання, що забезпечує розробку програм розвитку зелених насаджень та загального обліку;
- організація збалансованого використання озелених територій;

- порівняння відповідності кількості та якості зелених насаджень відповідно до будівельних і санітарних норм [3].

Обліку підлягають такі види зелених насаджень як дерева, кущі, газони, квітники. Найбільш актуальним питанням для України та міста Києва є паспортизація дерев. Отримані матеріали інвентаризації заносять до паспорту об'єкта, на основі якого формується база даних усіх зелених насаджень досліджуваної — території паспорт зелених насаджень. Для створення паспорта зелених насаджень, зокрема дерев, необхідно визначити такі параметри як:

- площу території, на якій розміщені досліджувані об'єкти зеленого господарства;
- основні параметри дерев: вид, вік, висоту, діаметр крони, визначення місцеположення в GPS координатах, механічні пошкодження, пошкодження шкідниками, хвороби;
- визначення вартості об'єкта загалом і його окремих ділянок.

Виклад основного матеріалу

Різні галузі діяльності використовують специфічні методи для інвентаризації зелених насаджень. Для обліку насаджень в лісовому господарстві використовується таксаційний опис — облік та оцінка якісних і кількісних характеристик окремих дерев, так і зелених насаджень, в основному лісових масивів. При інвентаризації окремих насаджень у лісовому масиві використовують спрощений перелік параметрів та методів вимірювань. Наприклад, діаметр зростаючого дерева вимірюють за допомогою мірної вилки, висоту отримують за допомогою маятникового і дзеркального висотоміра, екліметра.

Такий метод трудомісткий. Отже, постає питання необхідності модернізації цього процесу, що полягає у зменшенні трудовитрат за рахунок

впровадження сучасних комп'ютеризованих методів та застосування більш технологічного електронного устаткування. Це значно зменшить використання ручної праці та збільшить загальну продуктивність роботи. Прикладом є застосування таких приладів як електронна мірна вилка, що дозволяє автоматично запам'ятовувати виміряні діаметри дерев.

Сучасні електронні висотоміри автоматично вимірюють відстані від таксатора до дерева. Для обробки таксаційних матеріалів використовують найпростіші рахункові машини та ЕОМ. Також використовується навігаційна технологія, побудована на прийомі сигналу супутникової навігації GPS. Вся отримана таким способом інформація оброблюється на ПК та заноситься до відповідної бази даних.

Такі методи є ефективними, проте не широко розповсюдженими в практичній діяльності, оскільки потребують використання коштовного обладнання. Більш практичними та менш коштовними є використання різноманітного програмного забезпечення на портативних пристроях — смартфонах, планшетах та ноутбуках.

Для виміру параметрів дерев використовували програми з Play Market для смартфона на базі Android: ON Distance, Smart Tools, «Висотомер», Smart Measure, ON 2D Measure.

Принцип роботи програм однаковий — ураховується висота зйомки, яку стандартно відкалібрують 1,5 м, та кут нахилу камери до поверхні (рис. 1).

Звідси видно, що висота об'єкта буде напряму залежати від вимірюваної відстані:

$$x = h \cdot \text{ctg} \alpha,$$

де x — відстань до об'єкта, м; h — висота від поверхні до пристрою зйомки, м; α — кут нахилу камери пристрою відносно поверхні.

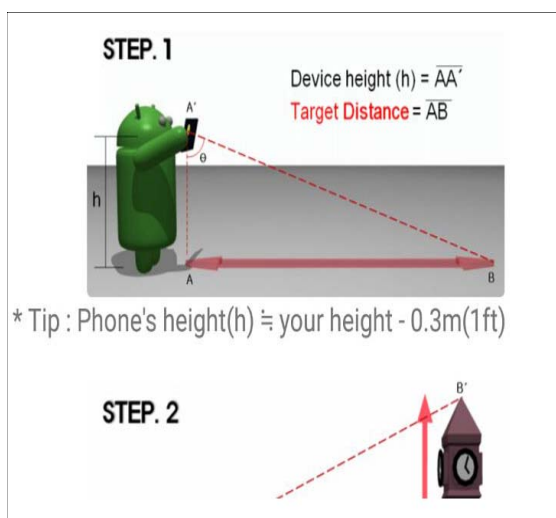


Рис. 1. Принцип роботи програм



Рис. 2. Модельний об'єкт

Для порівняння отриманих результатів було проведено модельний експеримент. За модельний об'єкт було прийнято колону (рис. 2).

Натурні вимірювання проведені (табл. 1) за допомогою вимірювальної рулетки. Абсолютна похибка вимірювань ± 2 мм.

Найбільш точною у своїх вимірах виявилась програма ON Distance (рис. 3). Дана програма має зручний інтерфейс та широкий вибір додаткових параметрів вимірювання. Це єдина з п'яти досліджуваних програм, що вимірює три най-

важливіші параметри — відстань до об'єкту (l), висоту (h) та діаметр. Недоліком є необхідність попереднього фіксування відомої відстані. У роботі була фіксована відстань від початку стовбура до висоти вимірювання діаметру дерев.

Для вимірювання реальних об'єктів використовували три дерева, що різняться за своїм діаметром та висотою. Найбільшу висоту та діаметр має ялина, осика та граб мають приблизно однакову висоту, але майже вдвічі різняться діаметром (рис. 4).

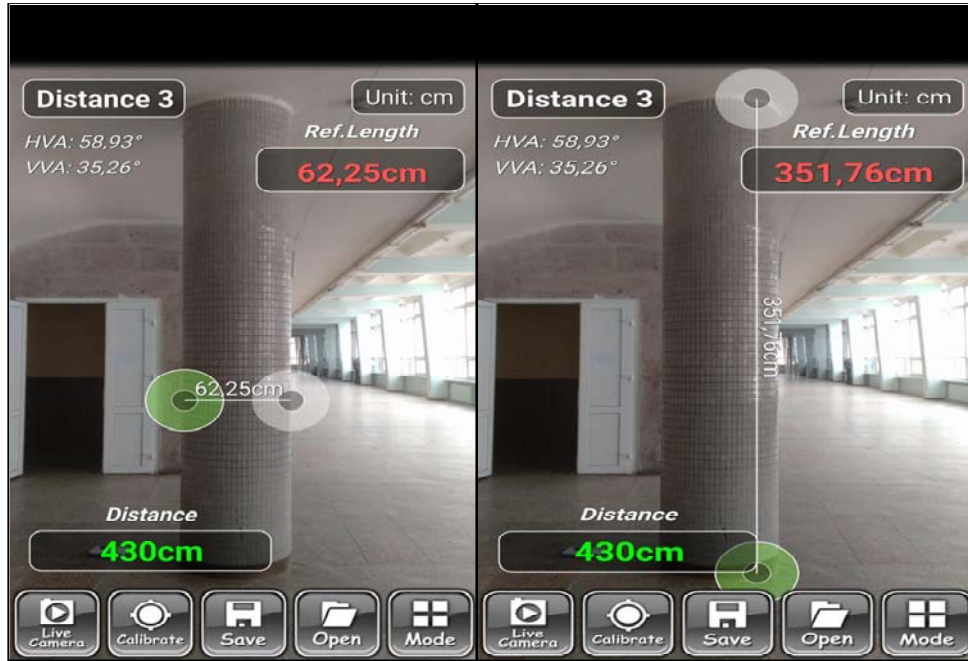


Рис. 3. Дані вимірювання програмою ON Distance

Таблиця 1

Експериментальні значення вимірних параметрів

Назва досліджу	Параметри	Фактичні результати	Програми				
			ON Distance	ON 2B Measure	«Высо-томер»	Smart Measure	Smart Tools
Ялина	Відстань, l1, м	8	8,2	–	8,6	8,3	8,5
	Діаметр, d1, м	0,42	0,43	0,424	–	–	–
	Висота, h1, м	13	12,8	13,1	12	13,3	13,6
Граб	Відстань, l2, м	7	7	–	5,7	6,7	6,9
	Діаметр, d2, м	0,22	0,2	0,2	–	–	–
	Висота, h2, м	6	5,7	6,3	4,7	5,8	6,3
Осика	Відстань, l3, м	7	7,0	–	6,5	7,5	7,2
	Діаметр, d3, м	0,14	0,128	0,165	–	–	–
	Висота, h3, м	5	4,9	5,2	4,5	5,5	5,0
Мо-дель	Відстань, l4, м	4,3	4,3	–	4,7	4,5	4,5
	Діаметр, d4, м	0,64	0,62	0,7	–	–	–
	Висота, h4, м	3,45	3,51	3,55	4,2	3,5	3,6



Рис. 4. Досліджувані об'єкти — ялина, граб, осика

У програмах ON Distance та ON 2D Measure ширину об'єкту визначаємо попередньо зафіксувавши уже відому відстань. Дані програми мають одного виробника, тому є схожими за своїм інтерфейсом та принципом роботи. Фіксоване значення від початку виміру дерева до висоти 1,5 м.

На відміну від попередньої програми ON 2D Measure (рис. 5) дає змогу додавати кількість фіксованих об'єктів, тобто можливо одночасно вимірювати кілька параметрів і порівнювати їх. Основним недоліком є відсутність можливості вимірювати відстань до об'єкта, постає необхідність застосовувати додаткові програми, або ж вимірювати відстань механічним способом.

Перевагою програми Smart Tools є відносна точність вимірювань та автоматичне фотографування та збереження даних до окремої папки на пристрої (рис. 6). Усі інші програми потребують від користувача механічно робити фото та збері-

гати їх. Також це єдина програма, що має український інтерфейс. Окрім вимірювання класичних параметрів маємо змогу визначити місцезнаходження за GPS координатами, рівень звуку, сторони горизонту, конвертувати числові дані, рахувати кількість кроків тощо. Недоліком є надмірна кількість реклами не лише в меню, а і на головному екрані, що погіршує зручність здійснення вимірювань.

Програма Smart Measure має таку перевагу, як можливість здійснювати виміри, знаходячись на певній висоті над об'єктом (рис. 7). Для цього необхідно ввести висоту будівлі та додати до неї висоту камери пристрою. Так виміри можна проводити знаходячись у будинку на певному поверсі. Нажаль програма не здатна виміряти автоматично висоту будівлі, тому необхідно точно завчасно це знати, аби не допустити значної похибки під час вимірювань.



Рис. 5. Вимірювання діаметру ялини за допомогою ON 2D Measure (рожевою лінією відмічаємо фіксовану відстань)

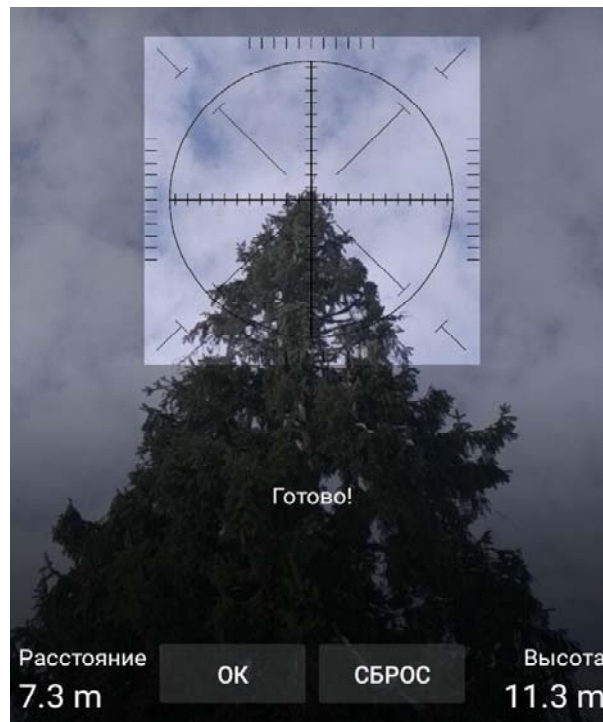


Рис. 6. Вимірювання висоти ялини за допомогою Smart Tools



Рис. 7. Вимірювання висоти грабу за допомогою Smart Measure

Програма «Высотомер» не має функції відтворення та збереження фото, тому необхідно робити скріншот екрану (рис. 8).

Окрім того вона має найбільшу похибку при вимірюванні. Програма «Высотомер» є найлегшою та спрощеною у застосуванні. На головному екрані немає зайвих об'єктів, лише кут нахи-

лу пристрою до горизонту, відстань до об'єкта та висоту. Відсутність деталей не відволікає від процесу вимірювання.

Похибки вимірювань були усереднені по кожній програмі (табл. 2). Найбільш точною в вимірюванні заданих параметрів виявилися програми ON Distance та ON 2 Measure.

Таблиця 2

Загальна похибка вимірювання кожної програми

Параметри	ON Distance	ON 2 Measure	«Высотомер»	Smart Measure	Smart Tools
Відстань, l, %	2,5	–	7,5	3,7	6,3
Діаметр, d, %	1,5	1,3	–	–	–
Висота, h, %	2,8	3,2	12,9	5,2	3,2



Рис. 8. Вимірювання висоти грабу за допомогою програми «Высотомер»

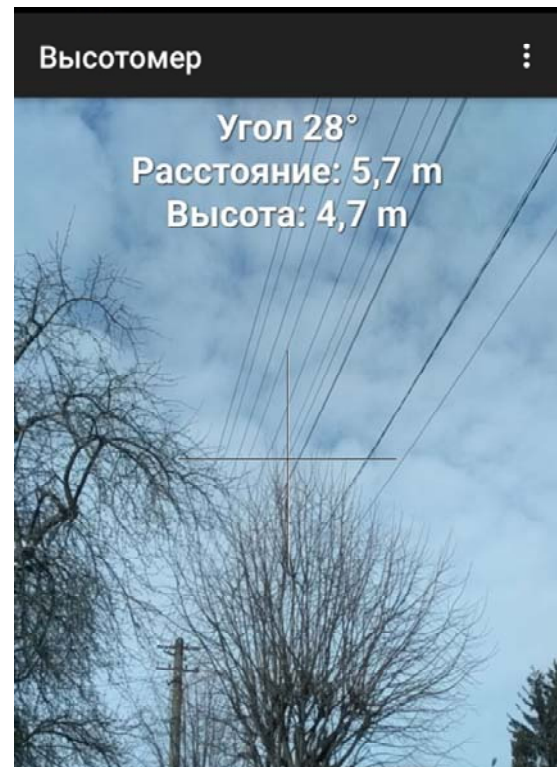


Рис. 9. Вимірювання діаметру осики за допомогою програми ON Distance

Висновки

На сьогодні існують спрощені та безкоштовні аналоги професійних приладів та програмного забезпечення для інвентаризації дерев. Серед експериментально випробуваних програм на платформі Android: ON Distance, Smart Tools, «Высотомер», Smart Measure, ON 2D Measure, найбільш точною є програма ON Distance. Інші програми також є достатньо ефективними, якщо враховувати, що кожна програма вимірює вузький спектр параметрів. Тож, необхідним залишається об'єднання всіх параметрів, виміряних програмами окремо та занесення їх до єдиної бази даних. Така простота та зручність здійснення вимірів та збереження цієї інформації зумовить оптимізацію процесу обліку та паспортизації зелених насаджень.

Бовсуновський Є. О., Браткова К. Ю.

Сучасні методи вимірювання параметрів зелених насаджень

Зелені насадження на території України не мають належним чином оформлені паспорти, що призводить до неможливості обліку, експлуатації та прогнозу їх розвитку. Для створення паспорту зелених насаджень, зокрема дерев, необхідно визначити такі параметри, як площу території, на якій розміщені досліджувані об'єкти, а також основні параметри дерев: вид, вік, висоту, діаметр крони, визначення місцеположення в GPS координатах. Питання необхідності модернізації процесу вимірювання метричних параметрів полягає у зменшенні трудовитрат за рахунок впровадження сучасних методів та застосування більш технологічного електронного устаткування, що зменшує використання ручної праці та збільшить загальну продуктивність роботи. Розглянуто сучасні методи вимірювання параметрів зелених насаджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білявський Г. О., Тимочко Т. В. Екологічна паспортизація об'єктів антропогенної діяльності // зб. м-лів III Українського екологічного конгресу. — Київ, 2009. — С. 8.
2. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць: підручник / В. П. Кучерявий. — Вид. 2-ге. — Львів: Світ, 2008. — 456 с.
3. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах та селищах міського типу України // Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24 грудня 2001, № 226.
4. Наказ 10.04.2006, № 105. Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України, 27 липня 2006 р. за № 880/1275.

Проведено аналіз використання програмних продуктів для пристроїв на базі Android: ON Distance, Smart Tools, «Высотомер», Smart Measure, ON 2D Measure, для визначення діаметру, висоти та відстані до дерев. За значенням найменшої середньої похибки встановлено найбільш точний програмний продукт — ON Distance.

Ключові слова: паспортизація зелених насаджень; вимірювання параметрів дерев.

Bovsunovsky E. O., Bratkova K. Y.

CURRENT METHODS OF MEASURING THE PARAMETERS OF GREEN PLANTS

Green plantations on the territory of Ukraine do not have properly issued passports, which leads to the impossibility of recording, operating and forecasting their development. To create a passport of green plantations, including trees, it is necessary to define parameters such as the area of the territory where the objects under investigation are located, as well as the main parameters of the trees: type, age, height, crown diameter, positioning in GPS coordinates. The need to modernize the process of measuring metric parameters consists in reducing labor costs through the introduction of modern methods and the use of more sophisticated electronic equipment, which reduces the use of manual labor and increases overall productivity. Described the current methods of measuring tree parameters. Has been conducted an analysis of the use of software products for Android-based devices: ON Distance, Smart Tools, «Высотомер», Smart Measure, ON 2D Measure to determine the diameter, height and distance to trees. The most accurate software product is installed by the value of the smallest average error — ON Distance.

Keywords: passportization of trees; measuring tree parameters; Android.

Бовсуновський Є. О., Браткова К. Ю.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Зеленые насаждения на территории Украины не имеют должным образом оформленных паспортов, что приводит к невозможности учета, эксплуатации и прогноза их развития. Для создания паспорта зеленых насаждений, в том числе деревьев, необходимо определить такие параметры, как площадь территории, на которой размещены исследуемые объекты, а также основные параметры деревьев: вид, возраст, высоту, диаметр кроны, определение местоположения в GPS координатах. Вопрос о необходимости модернизации процесса измерения метрических параметров заключается в уменьшении трудозатрат за счет внедрения современных методов и применение более технологичного электронного оборудования, что уменьшает использование ручного труда и увеличит общую производительность работы. Рассмотрено современные методы исчисления параметров зеленых насаждений. Проведен анализ использования программных продуктов для устройств на базе Android: ON Distance, Smart Tools, «Высотомер», Smart Measure, ON 2D Measure, для определения диаметра, высоты и расстояния к деревьям. По значению наименьшей средней погрешности установлено наиболее точный программный продукт — ON Distance.

Ключевые слова: паспортизація зелених насаджень; измерение параметров деревьев.

Стаття надійшла до редакції 26.02.2018 р.

Прийнято до друку 28.02.2018 р.

Рецензент — д-р техн. наук, проф. Саєнко Т. В.