

УДК 630\*521.3:522.2:524.2

И.В.Шевелина, И.Ф.Коростелев  
(Уральский государственный лесотехнический университет)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ФОТОАППАРАТОВ ДЛЯ ТАКСАЦИИ РАСТУЩИХ ДЕРЕВЬЕВ

*Предложен метод определения высоты и диаметра ствола дерева с помощью цифрового фотоаппарата.*

Таксацию растущих деревьев приходится выполнять чаще всего в городских парках, скверах, на бульварах, в дендрариях, дендропарках и ботанических садах. Инструкция по инвентаризации зеленых насаждений в городах, рабочих, дачных и курортных поселках (1975) обязывает проводить эти работы один раз в пять лет. На каждый объект таксации должен составляться паспорт, состоящий из собственно паспорта, рабочего дневника и плана объекта. В паспортные данные объекта по каждому дереву включают наименование древесной породы, высоту, диаметр ствола на высоте 1,3 м, состояние (наличие повреждений, заболеваний). В случае формирования крон деревьев необходимо определять длину кроны и ее диаметр, а для расчета сметной стоимости работ, связанной с уборкой деревьев, возникает необходимость знать объем ствола.

Для таксации деревьев, рубку которых производить нельзя, перспективными являются методы, связанные с компьютерной обработкой видеопictures. Использование цифровых видеокамер и фотоаппаратов, позволяющих непосредственно обрабатывать на компьютере изображение, открывает новые возможности таксации городских насаждений. Достоинством также является возможность хранить полученное изображение на магнитном носителе.

Использование видеокамеры для определения высот деревьев предложено О.С. Артемьевым (2003). Высоту дерева  $h$  им предлагается определять по формуле  $h = (T/T_1)L$ , где  $T$  – разность относительных координат между вершиной и основанием дерева,  $T_1$  – разность относительных координат между основанием дерева и головой стоящего возле дерева человека,  $L$  – рост человека.

Фотоизображение растущего дерева, получаемое видеокамерой, а также с помощью цифрового фотоаппарата, к сожалению, получается с некоторым искажением (уменьшение в масштабе с увеличением высоты). Известно, что масштаб фотоснимка зависит от базиса или расстояния до дерева, которое оказывается разным до основания (шейки корня)  $B$  и верхушечной точки дерева  $L$  (рис.1):  $L$  всегда больше  $B$ . При угле  $45^\circ$   $L$  больше  $B$  в 1,41 раза, при  $22,5^\circ$  – в 1,12, при  $11^\circ$  – в 1,03. Поэтому формула может применяться лишь для неточного определения высоты дерева.

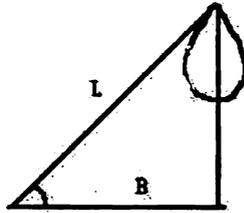


Рис. 1. Расстояния до верхушечной точки дерева (L) и его основания (B) в момент фотографирования цифровым фотоаппаратом

С целью использования цифрового фотоаппарата и растрового графического редактора «Adobe PhotoShop 6.0» для таксации растущих деревьев с учетом поправок на изменяющийся с высотой масштаб были выполнены натурные замеры и произведены измерения на фотоизображениях с помощью компьютера. Использовался фотоаппарат марки «Olimpus muj-410 digital», разрешающая способность 600 пикселей, количество кадров - 128. Компьютерная программа «Adobe PhotoShop 6.0» обеспечивает разрешение 72 пикселя на дюйм или измерение диаметров и высот с точностью на фотоизображении 0,1 мм.

Для выявления закономерностей изменения вертикального и горизонтального масштабов с увеличением высоты дерева были сфотографированы объекты высотой до 25 м и измерены их параметры на различной высоте. Эти же отрезки по высоте и диаметру были измерены на фотоизображении с помощью «Adobe PhotoShop 6.0». Измерения высот производились на фотоизображениях, полученных при базисах 15, 20 и 25 м. При этом было измерено соответственно высот 15, 16 и 19, а диаметров на различной высоте – 13, 16 и 11. Далее были построены графики соответствующих зависимостей (рис. 2, 3) с вычислением регрессионных уравнений и коэффициентов детерминации  $R^2$ . Во всех случаях  $R^2$  оказались высокими - от 0,995 до 0,9998. Это указывает на хорошую аппроксимацию полученных уравнений с фактическими данными, что позволяет их рекомендовать для практического использования. В производственной работе можно ограничиться уравнениями для базиса 20 м, так как деревья высотой до 20 м, которые и преобладают в городских посадках, при фотосъемке вписываются в рамку цифрового аппарата.

Методика определения высоты дерева этим методом состоит в следующем.

1. Вначале у дерева отметить, например мелом, высоту 1,3 м и шейку корня, предварительно очистив травяной покров.

2. Отмерить расстояние от дерева (базис) 20 м и произвести фотографирование цифровым фотоаппаратом. При этом рамка кадра должна

захватывать верхинку и шейку корня (основание дерева) с минимальным запасом.

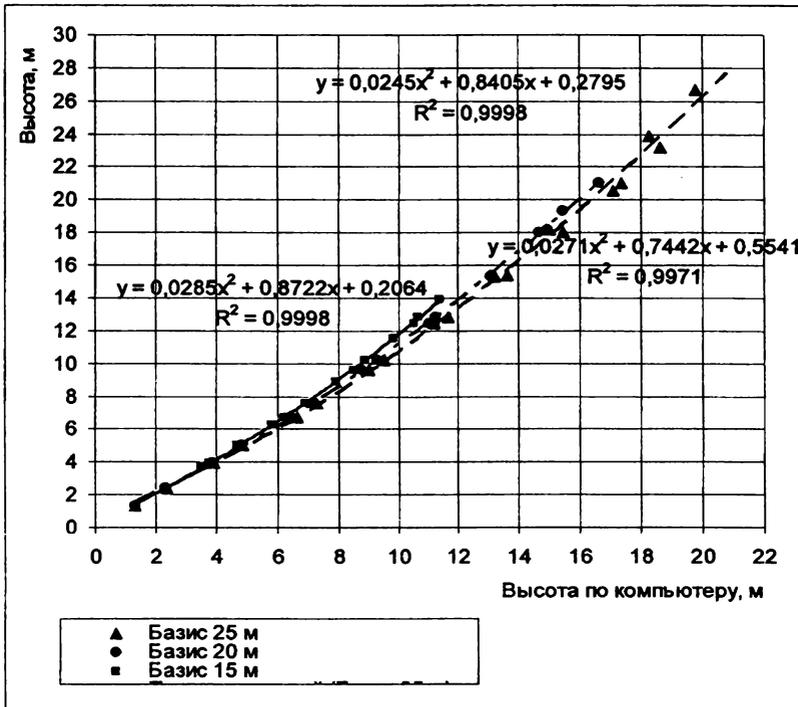


Рис.2. Связь между высотами деревьев действительной и определенной с помощью компьютера при разных базисах фотографирования

3. Изображение дерева поместить в память компьютера и с помощью «Adobe PhotoShop 6.0» произвести замеры 1,3 м и высоты дерева.

4. Определить высоту дерева  $H_1$  на фотоизображении по формуле

$$H_1 = 1,3 \cdot v/a,$$

где  $v$  - высота дерева по фотоизображению,  $a$  - величина 1,3 м, полученная по фотоизображению.

5. Используя корреляционное уравнение для базиса 20 м, определить истинную высоту дерева. Например, высота  $H_1$  по фотоизображению получилась равной 13,6 м, истинное значение будет 16,2 м.

Для определения диаметра на различной высоте необходимо:

1) определить коэффициент  $K$  - отношение действительного значения диаметра на 1,3 м к его фотоизображению;

2) измерить диаметр ствола на нужной исследователю высоте от шейки корня по компьютерному изображению, умножить его на полученный коэффициент  $K$ :

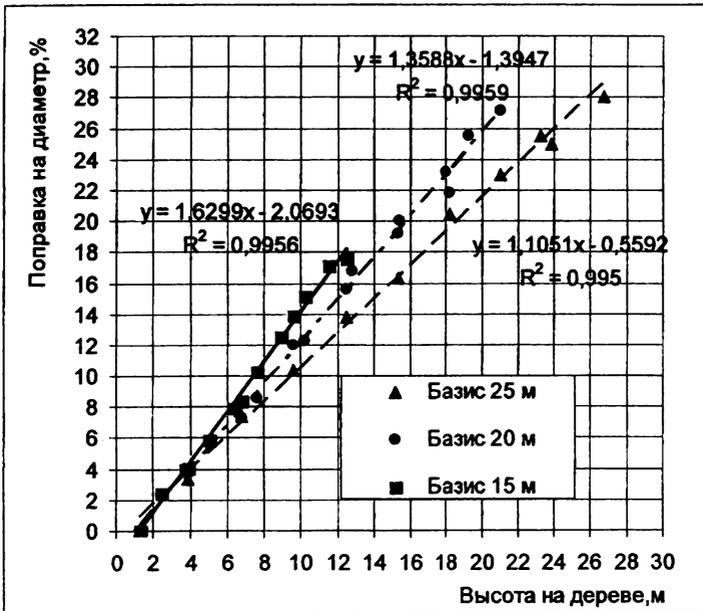


Рис. 3. Поправки диаметров ствола на различной высоте от почвы при различных базисах фотографирования, измеренных с помощью «Adobe PhotoShop 6.0»

3) используя корреляционное уравнение внести поправку в диаметр с учетом высоты, на которой находится искомый диаметр. Например, на высоте 6 м диаметр по компьютерному изображению оказался равным 17,1 см. Поправка применительно к высоте 6 м будет равна (находим через уравнение) 6,76 %. Следовательно, истинный диаметр будет равен 18,2 см.

Определение диаметра кроны дерева и ее длины по фотоизображению не представляет трудности и не требует дополнительных пояснений.

Так как методика позволяет определять диаметры на различной высоте дерева, легко вычислить коэффициенты формы ствола, его видовые числа и объем. Например, коэффициент формы ствола  $q_2$  находится как отношение диаметра на  $\frac{1}{2}$  высоты ствола к диаметру на 1,3 м. Через  $q_2$  можно определить старое видовое число  $F$  (например, по формуле  $F = q_2^2$ ), а зная его, легко найти объем ствола  $V$  по формуле  $V = g_{1,3} h F$ , где  $g_{1,3}$  – площадь сечения ствола на 1,3 м,  $h$  – высота ствола. Объем ствола можно

вычислить и другими, более точными способами, например, по формуле Губера, Госфельда, по методам Гогенадля или «очевидных» диаметров.

Для проверки предлагаемого метода таксации растущих деревьев было срублено и обмерено 4 дерева. Сравнение показателей приведено в таблице. Они показывают вполне удовлетворительные данные по таксации растущих деревьев по предлагаемой методике.

Сравнение таксационных показателей деревьев по натурным замерам и вычисленных с помощью фотоаппарата и компьютера

№ дерева	Высота, м			Диаметр на ½ высоты, см			Объем ствола, м <sup>3</sup>		
	Истинная	По методике	Расхождение, %	Истинный	По методике	Расхождение, %	Истинный	По методике	Расхождение, %
1	26,7	26,5	-0,7	18,8	18,7	-0,5	0,8064	0,802	-0,5
2	12,8	12,9	+0,8	11,2	11,2	0	0,1299	0,128	-1,5
3	18,6	18,3	-1,6	14,4	14,3	-0,7	0,4132	0,399	-3,4
4	21,6	21,2	-1,9	19,9	20,0	+0,5	0,7002	0,698	-0,3

В случае определения диаметра на ½ высоты ствола (для определения  $q_2$  и F) можно рекомендовать провести фотографирование дерева дважды. Первый снимок должен иметь изображение дерева, вписанного в полную рамку, а второй сфотографировать при отвесном положении рамки фотоаппарата. В этом случае в рамку впишется, как правило, только нижняя половина дерева. По первому фотоизображению найдем половину высоты дерева, а по второму – измерим диаметр на ½ его высоты. В этом случае не потребуется внесения поправки в соответствии с рис. 3.

Предлагаемая методика может быть использована для более точного определения объема стволов и деревьев, растущих в городских условиях. Стволы тополя, клена, а также лиственницы, к примеру, в Екатеринбурге в большом количестве имеют разветвление на два и более ствола, длинные и толстые сучья. У многих деревьев бывают срезаны «пасынки» и толстые сучья, отчего диаметр по высоте дерева сильно меняется в отличие от плавного уменьшения в естественных массивных лесах. Фотоизображение позволяет вычислить объемы таких стволов по сложной или простой формуле Губера с необходимой точностью, а также вычислить видовое число. Прделав такую работу на массовом материале, можно составить таблицы объемов стволов для деревьев, растущих в городских насаждениях.

#### Библиографический список

Артемьев О.С. Методы таксации городских насаждений. Красноярск: СибГТУ, 2003. 100 с.

Инструкция по инвентаризации зеленых насаждений в городах, рабочих, дачных и курортных поселках РСФСР. М., 1975. 14 с.