



АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630 (075.32):630.627.3

О.С. Артемьев, А.А. Вайс, Е.А. Найденко

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТ ДЕРЕВЬЕВ ПО МАТЕРИАЛАМ ЦИФРОВОЙ НАЗЕМНОЙ ФОТОСЪЕМКИ

В статье изложена методика дешифрирования высот деревьев по материалам наземной цифровой фотосъемки. Полученные данные обрабатываются на компьютере. Приводятся статистические данные, характеризующие точность оценки высот деревьев по снимкам.

Ключевые слова: высота деревьев, цифровая фотосъемка, инвентаризация.

O.S. Artemiev, A.A. Vais, E.A. Naidenko

THE TECHNIQUE FOR TREE HEIGHT MEASURING ON THE BASIS OF DIGITAL TERRESTRIAL PHOTOGRAPHY MATERIALS

The methodology for tree height decoding on the terrestrial digital photography materials is set forth in the article. The received data is processed by the computer. Statistical data characterizing the accuracy of the tree height measuring on the shots is given.

Key words: tree height, digital photography, inventory.

Введение. Измерение высот деревьев при инвентаризации городских насаждений или таксации лесов является одной из наиболее трудоемких и дорогостоящих операций при проведении полевых работ. С целью уменьшения затрат времени и снижения стоимости измерение высот деревьев предлагается проводить не в полевых, а в камеральных условиях путем дешифрирования этого таксационного показателя по материалам наземной цифровой фотосъемки.

Цель исследований. Для повышения производительности инвентаризационных работ и снижения их стоимости авторами предлагается разработать методику дешифрирования высоты деревьев по материалам наземной цифровой фотосъемки, обработанных на компьютере. Предлагаемая методика позволяет отказаться от измерения высоты дерева высотомером и оценить габитус деревьев, а также параметры их кроны.

Материалы и методы исследований. Для разработки и апробации предлагаемой методики проводились следующие виды работ. При полевых работах рабочий производил измерение диаметра дерева мерной вилкой. Таксатор в это время делал съемку дерева цифровым фотоаппаратом так, чтобы все дерево в целом и рабочий размещались в кадре. Таким образом, рост рабочего использовался для расчета высоты дерева. Был проверен вариант методики, когда при измерении высоты дерева использовался двухметровый шест. Но анализ полученных снимков показал, что в условиях, когда шест затенен кроной дерева, его, несмотря на то, что он был окрашен в оранжевый цвет, трудно различить на фотоизображении.

В это же время таксатор диктовал в микрофон цифрового фотоаппарата номер дерева, ее породу и состояние, а также диаметр дерева, определенный рабочим. После этого съемка дерева прекращалась, и таксатор с рабочим переходили к другому дереву.

При выполнении фотосъемки оператору следует стоять так, чтобы солнце находилось позади него, но желательно производить съемку в пасмурную погоду с тем, чтобы снизить контрастность изображения освещенных и затененных частей дерева [2]. Таксатор, производящий измерение диаметра, должен стоять на таком же расстоянии от цифрового фотоаппарата, как и ствол измеряемого дерева.

Фотосъемка должна производиться на таком расстоянии от дерева, чтобы в кадр входило все дерево. В загущенных посадках, когда нельзя соблюсти это условие, следует уменьшить фокусное расстояние объектива фотоаппарата.

Результаты исследований и их обсуждение. Для оценки точности измерения высоты деревьев по материалам цифровой съемки были измерены в сквере «Серебряный» г. Красноярск 100 деревьев высотой до 10 м трех пород: лиственница сибирская, береза повислая, яблоня сибирская. Вначале производилось измерение высот деревьев по материалам цифровой фотосъемки, а затем – измерение высот деревьев на местности.

Для натуральных измерений в сквере при высоте дерева до 6 м включительно для измерения высот использовался шестиметровый шест, при большей высоте производилось измерение высоты дерева с помощью теодолита. Для исключения случайной ошибки измерений высота деревьев измерялась дважды.

В камеральных условиях оценивалась высота дерева. Для этого изображение дерева, снятого цифровым фотоаппаратом, вносилось в память компьютера и выводилось на монитор компьютера. Затем с помощью программы «Paint» измерялись относительные высоты дерева и человека. С помощью пакета «Excel» по формуле (1) вычислялась высота дерева, а затем протяженность и диаметр кроны.

$$H_d = (T/P) * L_{ч}, \quad (1)$$

H_d – высота дерева, м;

T – разность относительных координат между основанием дерева и его вершиной;

P – разность относительных координат между основанием дерева и головой человека, стоящего рядом с деревом;

$L_{ч}$ – рост человека, м.

Разница в оценке высоты дерева по материалам цифровой фотосъемки колеблется от 0,9 м до 1,0 м. Среднее отклонение абсолютных значений составляет 0,436 м. Средняя систематическая ошибка измерений – 0,68 %. Остальные статистические данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Статистические показатели измерения высот деревьев (высота от 2 до 10 м)

Показатель	Высота, м	Разница с дешифрованной высотой	
		м	%
Среднее арифметическое	4,78	-0,03	-2,14
Среднее квадратическое отклонение	3,43	0,27	9,97
Максимум	10	-	-
Минимум	2	-	-

При оценке высот деревьев высотой до 25 м оценка высоты дерева по формуле (1) дает значительные ошибки. Это вызвано тем, что у высоких деревьев расстояние от фотоаппарата до вершины дерева значительно больше, чем от фотоаппарата до основания дерева. Так, при расстоянии от фотоаппарата до дерева 20 м расстояние от фотоаппарата до вершины дерева 32 м. Таким образом, масштаб фотоизображения дерева у его основания и у вершины различный, что и приводит к ошибке оценки дерева по его фотоизображению.

Для устранения погрешностей при оценке высот высоких деревьев по материалам цифровой фотосъемки был проведен следующий эксперимент.

В г. Красноярске были измерены с помощью высотомера ВК-1 100 деревьев сосны обыкновенной и березы повислой с высотой от 19 до 24 м. Эти деревья были также сняты с помощью цифрового фотоаппарата Canon A 570 с фокусным расстоянием объектива 35 мм, что позволило производить съемку деревьев так, чтобы в кадр входило все дерево с расстояния 20–25 м. Условия съемки и необходимые требования к ней были приведены выше. Затем в камеральных условиях была произведена оценка высот деревьев по формуле (1).

Для устранения ошибки измерений была найдена зависимость расчетной высоты дерева от высоты дерева, полученной при помощи формулы (1). Зависимость была найдена путем построения графика, на котором по оси Y отмечались высоты деревьев, измеренные с помощью высотомера, а по оси X – высоты деревьев, вычисленные по формуле (1). Полученная зависимость имеет следующий вид:

$$y = 0,1777x^3 - 8,4665x^2 + 134,54x - 689,48, \quad (2)$$

где y – высота дерева, м;
 x – высота дерева, определенная по формуле (1), м.

Коэффициент детерминации полученного уравнения $R^2 = 0,7662$, что свидетельствует о тесной связи рассматриваемых высот. Основные статистические данные оценки высот путем дешифрирования наземных цифровых снимков деревьев приведены в табл. 2.

Таблица 2

Статистические показатели измерения высот деревьев (высота от 19 до 24 м)

Показатель	Высота, м	Разница с дешифрированной высотой	
		м	%
Среднее арифметическое	22,71	-0,13	-0,66
Среднее квадратическое отклонение	2,77	0,66	3,10
Максимум	24	-	-
Минимум	19	-	-

Выводы

Точность измерения высот деревьев, требуемая при таксации лесопарковых лесов и для инвентаризации городских насаждений, соответствует полученной точности дешифрирования высот деревьев по материалам наземной цифровой фотосъемки. Следовательно, методика оценки высоты деревьев по материалам их цифровой фотосъемки может использоваться при ландшафтной таксации лесов и инвентаризации городских насаждений.

Преимуществом данной методики является то, что проектировщик, используя материалы инвентаризации, может оценить внешний вид дерева, размеры его кроны, состояние. Эти данные позволяют более точно оценить эстетическую ценность и санитарно-гигиенические показатели измеряемого дерева. Также полученные материалы фотосъемки могут использоваться и для дешифрирования других таксационных показателей [3].

Кроме того, данная методика более экономична. По существующей методике необходимо проводить измерения высот всех обследуемых деревьев, независимо от того, потребуются ли эти данные в дальнейшем.

Но, как показывает практика, данные инвентаризации нужны только для небольшой части деревьев, которые необходимо по каким-либо причинам снести или провести им обрезку кроны. По остальным деревьям инвентаризационные данные не востребуются. По предлагаемой методике измерения высот проводятся только у тех деревьев, данные о которых необходимы проектировщику. Материалы цифровой фотосъемки остальных деревьев хранятся на диске и всегда могут быть востребованы для дальнейшей обработки.

Литература

1. *Артемьев О.С.* Инвентаризация и мониторинг насаждений на землях населенных пунктов / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 48 с.
2. *Иванов-Аллилуев С.К.* Фотосъемка пейзажа. – М.: Искусство, 1955. – 45 с.
3. *Артемьев О.С.* Методика оценки показателей, определяемых при ландшафтной таксации, с применением материалов наземной цифровой фотосъемки // Лесн. журн. – 2011. – № 4. – С. 137–139.



НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОРТИМЕНТНЫХ ТАБЛИЦ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПРИАНГАРЬЯ

В статье приведен анализ существующих сортиментных таблиц сосновых древостоев Приангарья и их приемлемость для таксации лесосек. Предложены пути совершенствования этих таблиц. Рассматриваются способы реализации полученных результатов при материально-денежной оценке лесосек.

Ключевые слова: сортиментная таблица, сосновый древостой, математическая модель.

T.V. Batvenkina

SOME DIRECTIONS OF THE ASSORTMENT TABLE PERFECTION FOR PINE FOREST STANDS IN THE ANGARA RIVER REGION

The existing assortment table analysis of pine forest stands in the Angara river region and their acceptability for cutting area valuation are given in the article. The ways of these tables perfection are offered. The ways of the received result implementation in the material-monetary cutting area valuation are considered.

Key words: assortment table, pine forest stand, mathematical model.

Введение. Традиционно важнейшим из лесных ресурсов считается древесный. Рациональное использование древесного сырья было и остается важнейшей задачей, без решения которой немислимо и решение проблемы устойчивого управления лесным комплексом. Первым звеном в этой задаче является качественная материально-денежная оценка лесосечного фонда, для чего необходима соответствующая нормативная база. Для распределения запаса древостоя по категориям технической годности, крупности, сортам и сортиментам используют различные варианты сортиментных таблиц. При материальной оценке лесосек – это первый и третий варианты [5, 9]. Если обработка материалов ведется на компьютере, то целесообразнее нормативы представлять в виде математических моделей [1, 2, 7, 8].

Цель исследований. Выполнить анализ и оценить приемлемость существующих сортиментных таблиц и математических моделей для таксации лесосечного фонда сосняков Красноярского Приангарья, а также выявить перспективные пути совершенствования сортиментных таблиц для материально-денежной оценки исследуемых древостоев.

Материалы и методы исследований. Нами была предложена методика преобразования табличной формы модели сортиментных таблиц в математическую [7]. Она базируется на использовании полинома 7-й степени для описания выхода древесины различных категорий крупности и годности, а также приема формирования последовательного накопления процентов. С целью последующего использования регрессионных моделей при составлении программ материально-денежной оценки лесосек на ПЭВМ, в них диаметры ступеней толщины выражены в метрах, а выход деловой древесины – в относительных величинах, а не в процентах. Причем в последнем случае зависимыми переменными являются деловая крупная древесина (К), деловая крупная + средняя древесина (КС), деловая крупная + средняя + мелкая (КСМ), товарная древесина – деловая + дрова (КСМД). Для этих групп древесины получены уравнения регрессии (табл. 1).

Таблица 1

Параметры и погрешности регрессионных моделей выхода древесины различных категорий крупности и технической годности

Параметр уравнения	Категория древесины			
	К	КС	КСМ	КСМД
1	2	3	4	5
a_0	2,610761	-6,81781	0,326093	0,637087
a_1	-57,1572	100,1872	7,514233	3,725493
a_2	340,4588	-574,948	-53,8276	-26,6538
a_3	-804,926	1859,092	233,1866	112,1642
a_4	687,5064	-3631,14	-608,887	-284,024
a_5	317,2371	4252,014	914,0239	420,842