

УДК 630*524.2:633.878.43(470.54)

РАЗРАБОТКА ТАБЛИЦ ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ БЕРЕЗЫ ДЛЯ ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫХ ПОСАДОК ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРОГРАММНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ FIELD-MAP

Нуриев Д.Н., Шевелина И.В., Нагимов З.Я.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург,
e-mail: shilovkand@mail.ru

Впервые для условий г. Екатеринбурга разработаны таблицы объемов стволов деревьев березы повислой, произрастающих в озеленительных посадках. Экспериментальный материал для создания таблиц получен с использованием программно-измерительного комплекса на базе ГИС Field-Map без рубки деревьев. Для условий города целесообразно иметь таблицы объемов с тремя входами: диаметром на высоте груди, высотой и вторым коэффициентом формы. Они наиболее выдержаны в теоретическом отношении и обеспечивают лучшие результаты при таксации небольших по объему выборок деревьев. Второй коэффициент формы q_2 у деревьев березы в городских озеленительных посадках изменяется в достаточно широком диапазоне от 0,352 до 0,730, что обуславливает необходимость разработки таблиц для трех категорий деревьев по форме: полнокровных, среднесбежистых и сбежистых. По нашим данным у полнокровных стволов q_2 изменяется в пределах от 0,62 до 0,73, у среднесбежистых – от 0,48 до 0,62 и у сбежистых – от 0,35 до 0,48. По этой шкале 63% всех учетных деревьев характеризуются как среднесбежистые, 23% – как сбежистые и 14% – как полнокровные. Процедура разработки таблиц решена с применением методов множественной регрессии. В качестве определяющих факторов в уравнении использованы диаметр, высота и второй коэффициент формы, которые вместе объясняют более 95% изменчивости объемов. Разработанное уравнение и составленные на его основе нормативные таблицы при определении объема стволов обеспечивают вполне приемлемые для производства результаты: систематическая ошибка составляет +3,11%, а среднеквадратическая – ±10,66%. Средняя ошибка, рассчитанная по 95 учетным деревьям, оказалась равной ±1,09%.

Ключевые слова: городские озеленительные посадки, таблицы объемов, береза повислая, программно-измерительный комплекс на базе ГИС Field-Map

DEVELOPMENT OF THE STEM VOLUME TABLES OF BIRCH BASED ON DATA RECEIVED BY USING FIELD-MAP TECHNOLOGY FOR URBAN PLANTINGS IN EKATERINBURG

Nuriev D.N., Shevelina I.V., Nagimov Z.Ya.

Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, e-mail: shilovkand@mail.ru

Novel Ekaterinburg-specific stem volume tables were developed for silver birch trees that are part of local green infrastructure. Input data for the tables were collected using non-invasive Field-Map software and hardware measurement system. For urban environments, it is reasonable to compile three-entry volume tables including the following parameters: diameter at breast height, height and q_2 form quotient. The three-entry volume tables are more scientifically sound and yield more accurate results when estimating small-size sample populations of trees. q_2 form quotient for urban birch trees varies within quite a wide range: from 0.352 to 0.730, which requires compiling volume tables for three categories of trees depending on their shapes: trees with non-tapered, medium-tapered or tapered stems. According to our data, it will be for non-tapered – from 0.62 to 0.73, for medium-tapered – from 0.48 to 0.62, and for tapered stems – from 0.35 to 0.48. According to this scale, 63% of all accounting trees are characterized as medium-tapered, 23% are as tapered stems, and 14% are as non-tapered. The stem volume tables were produced using multiple regression techniques. Diameter, height and q_2 form quotient which account for more than 95% of volume variability were applied as determining factors in the equation. The resulting equation and the equation-based reference tables applied to determine stem volume provide quite consistent results for urban forest management purposes, with systematic error being +3.11% and root-mean-square error being ±10.66%. The average error calculated for 95 accounting trees was equal to ±1.09%.

Keywords: urban plantings, volume tables, *Betula pendula*, Field-Map technology

Условия произрастания деревьев и их совокупностей в городской черте и естественной природной среде существенно отличаются [1–3]. В отличие от естественных сомкнутых насаждений, городские озеленительные посадки характеризуются строго равномерным и более редким размещением деревьев по площади и зачастую абсолютной одновозрастностью. В этой связи особенности роста и развития деревьев и дре-

востоев в условиях города не вписываются в общеизвестные закономерности, наблюдающиеся в сомкнутых естественных насаждениях. Следовательно, использование при ведении зеленого хозяйства нормативных материалов, в частности таблиц объемов стволов, применяемых при таксации лесов в регионе, будет некорректным. Однако в настоящее время это имеет место и связано с отсутствием специальной норматив-

но-справочной базы для оценки городских насаждений. Последнее объясняется тем, что при составлении лесооценочных нормативов требуется значительное количество данных, которые можно получить только у срубленных деревьев. В городских условиях эта работа практически не выполняема.

В последние годы возможности составления лесотаксационных таблиц значительно расширились. Во многом это связано с внедрением программно-измерительных комплексов (ПИК), позволяющих получать необходимую информацию у растущих деревьев [4]. Но в связи с их дороговизной и спецификой использования, они зачастую применяются лишь для закладки пробных площадей при лесоустройстве и государственной инвентаризации лесов в России, а также для инвентаризации и картирования городских зеленых насаждений и оценки запасов углерода и биомассы в насаждениях за рубежом [5–6].

Целью настоящих исследований являлась разработка таблиц объемов стволов березы в озеленительных посадках г. Екатеринбурга на основе данных, полученных при помощи ПИК без рубки деревьев.

Материалы и методы исследования

Важная роль в озеленении населенных мест со сложными экологическими условиями отводится аборигенным видам. Одним из таких видов в городах Среднего Урала является береза повислая (*Betula pendula* Roth), характеризующаяся в городских условиях высокими баллами санитарного состояния. В этой связи объектом исследований послужили деревья березы в системе озеленения г. Екатеринбурга.

Методической предпосылкой в работе явилось использование соответствующих данных, полученных программно-измерительным комплексом на базе геоинформационной системы Field-Mar на растущих деревьях, для составления таблиц объема стволов.

Программно-измерительный комплекс является автоматической системой сбора данных, позволяющей дистанционно определять расстояние до дерева, его высоту, размеры кроны (диаметр и длина), диаметры ствола на разных высотах и некоторые другие показатели. В его состав входят лазерный дальномер-высотомер Laser Technology TruPulse 360°B, планшетный компьютер Getac T800 с установленной ГИС Field-Mar и электронная мерная вилка Masser BT Caliper. Все измеряемые

показатели деревьев в автоматическом режиме передаются в программу Field-Mar на планшет Getac по каналу связи Bluetooth и сохраняются в базе данных.

ПИК в настоящее время находит применение в таксационных и инвентаризационных работах в лесу и обеспечивает необходимую для производства точность. При составлении таблиц объемов таксационные показатели деревьев должны быть определены с определенной точностью. Поэтому нами была выполнена опытная работа по оценке точности определения таксационных показателей растущих деревьев программно-измерительным комплексом. Ее результаты показали, что таксационные показатели деревьев, в том числе и их объем, с помощью ПИК определяются с достаточной для составления лесооценочных нормативов точностью [7].

Для составления таблиц использованы материалы, полученные на 19 пробных участках рядовых озеленительных посадок березы повислой. Пробные участки заложены в разных районах города в наиболее типичных условиях. Ими охвачены зеленые насаждения березы разного возраста (от 6 до 85 лет) с различным шагом посадки. На пробных участках механическим путем были отобраны 95 учетных деревьев, у которых были определены следующие биометрические показатели: возраст, высота (Н, м), и диаметр ствола на разных высотах от основания дерева. Известно, что для определения объема по секционным формулам диаметр ствола измеряется на серединах одно- (при высоте дерева до 10–12 м) или двухметровых (при большей высоте) секций, на которые может быть разделен ствол. Эта методика таксации отдельных деревьев положена и в основу наших исследований. Однако у растущих деревьев развитее и габитус кроны не всегда позволяли измерить диаметр ствола строго на серединах таких секций. Измерения производились на тех высотных отметках, на которых от пункта наблюдения четко просматривался ствол. При таком положении ствол оказывался разделенным на секции разной длины: в нижней хорошо просматриваемой части ствола в большинстве случаев длина секций была короче одного (двух) метров, в верхней кроновой части, наоборот, длиннее. Причем измерения производились таким образом, чтобы общее количество секций всегда было не меньше, чем при делении ствола на секции одинаковой длины. Такой подход вполне оправдан, так как в нижней половине ство-

ла сосредоточено около 80% древесины. В этой связи более детальная оценка этой зоны ствола, безусловно, повышает точность определения объема.

В камеральных условиях объем дерева определялся путем суммирования объемов секций разной длины. При этом диаметры ствола на серединах секций вычислялись методом интерполяции на основе диаметров, измеренных на растущих деревьях при помощи ПИК Field-Map по апробированной ранее методике [7]. Объем отдельно взятой секции определялся путем умножения ее длины на площадь поперечного сечения на середине.

Все расчетные и графические работы производились в программе MS Office Excel и в статистико-графическом пакете Statistica 10.

Результаты исследования и их обсуждение

В основе составления таблиц объемов лежит положение о том, что древостои, средние деревья которых имеют одни и те же таксационные показатели (диаметр, высоту, видовое число или второй коэффициент формы), характеризуются одинаковыми средними объемами для отдельных ступеней толщины, независимо от возраста, полноты, бонитета и других показателей самих древостоев [8]. В зависимости от сочетания таксационных показателей, на основе которых определяется объем ствола, выделяют три основных вида таблиц:

- таблицы объемов типа баварских, в которых объемы даны для диаметра и высоты для некоторой средней формы ствола;
- таблицы объемов по разрядам высот, в которых объемы приводятся в зависимости от диаметра и разряда высоты для некоторой средней формы стволов;
- таблицы объемов по коэффициентам формы (q_2), в которых объемы стволов определяются на основе трех показателей – диаметра, высоты и формы ствола.

Из приведенных трех видов таблиц наиболее обоснованными с теоретических позиций являются таблицы по коэффициентам формы. Следует заметить, что таблицы объемов предназначены для таксации объемов (запасов) совокупностей деревьев. При определении по ним объемов отдельных деревьев или небольшого их числа ошибки могут быть значительными, особенно при пользовании первыми двумя видами таблиц. Учитывая, что при ведении зеленого хозяйства приходится в основном оцени-

вать небольшие по объему выборки деревьев для городских условий, предпочтение следует отдать разработке таблиц объемов по коэффициентам формы.

В этой связи для всех учетных деревьев помимо объема был определен второй коэффициент формы (q_2), как отношение диаметра ствола на высоте груди (D) к диаметру на половине высоты дерева ($D_{1/2}$). Анализ значений q_2 показал, что этот показатель у деревьев березы в городских озеленительных посадках изменяется в достаточно широком диапазоне – от 0,352 до 0,730. Известно, что в существующих таблицах объемов для сомкнутых древостоев изменение коэффициента формы на 0,01 приводит к изменению объема на 1,5–2%. В этой связи с учетом диапазона варьирования q_2 таблицы объемов для повышения их точности целесообразно составить для высшего (полнодревесных стволов), среднего (среднесбежистых стволов) и низшего (сбежистых стволов) коэффициентов формы. По нашим данным у полнодревесных стволов q_2 изменяется в пределах от 0,62 до 0,73, у среднесбежистых – от 0,48 до 0,62 и у сбежистых – от 0,35 до 0,48. По этой шкале 63% всех учетных деревьев характеризуются как среднесбежистые, 23% – как сбежистые и 14% – как полнодревесные.

При составлении таблиц объемов стволов на первом этапе исследовались связи объема ствола от объемообразующих таксационных показателей: диаметра, высоты и коэффициента формы. На рис. 1 приведены графики зависимости объема от диаметра ствола (D) и диаметра ствола возведенного в квадрат (D^2), построенные по данным учетных деревьев. Выявляется, что зависимость объема стволов от их диаметра очень тесная (коэффициент детерминации $R^2 = 0,887$) и носит криволинейный характер. Связь же объема от диаметра в квадрате передается прямой линией. Это связано с тем, что объемы тел вращения пропорциональны квадрату диаметра. Рассчитанное для этой связи значение R^2 составляет 0,884. Таким образом, в уравнениях зависимости объема от таксационных показателей целесообразно использовать квадрат диаметра.

На объем стволов кроме диаметра на высоте груди заметное влияние оказывают их высота и форма (рис. 2). Как видно из графических данных, объем ствола при фиксированных значениях высоты существенно увеличивается с возрастанием второго коэффициента формы.

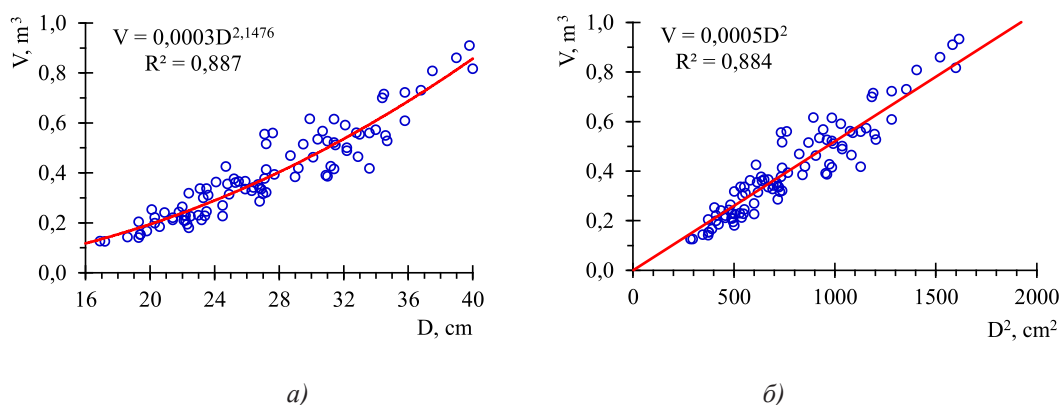


Рис. 1. Зависимости объема стволов деревьев (V) от их диаметра (D) (а) и диаметра в квадрате (D^2) (б) в городских озеленительных посадках березы повислой

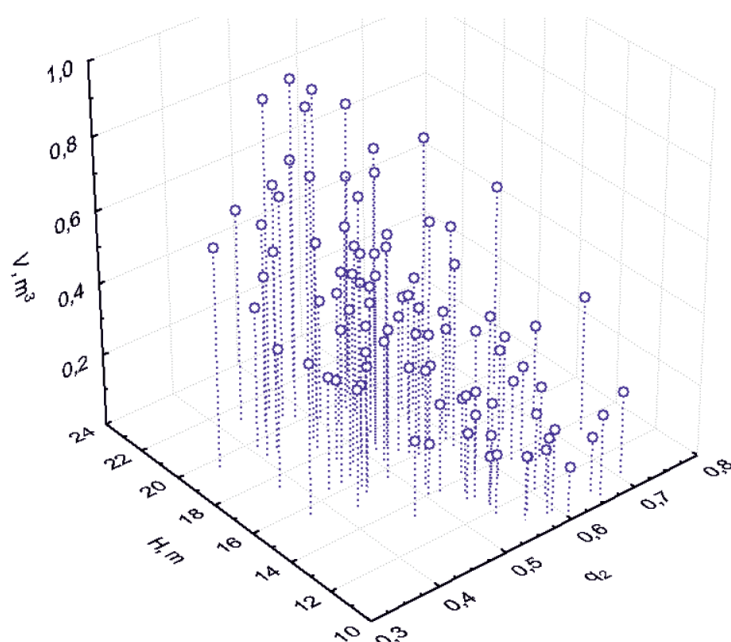


Рис. 2. Зависимость объемов стволов деревьев березы повислой от высоты (H) и формы ствола (q_2) в городских озеленительных посадках березы повислой

Это вполне объяснимо, так как при одинаковой высоте ствол с большим значением q_2 является более полнотелым. При одинаковых значениях q_2 объем ствола возрастает с увеличением высоты. Этот факт вполне логичен и не требует особых пояснений. Таким образом, представленные графические данные подтверждают целесообразность разработки таблиц объемов стволов для городских посадок с тремя входами: диаметром на высоте груди, высотой и вторым коэффициентом формы.

На современном этапе при наличии компьютерной техники и специальных про-

грамм, позволяющих производить глубокий статистический анализ природных зависимостей между различными показателями и получить их аналитическое выражение, коренным образом меняется техника составления таксационных нормативов, в том числе таблиц объемов стволов. Классические методы, основанные на последовательной группировке экспериментальных материалов по ступеням таксационных показателей и нахождении в пределах установленных ступеней средних значений объема, могут быть корректно заменены методами множественного регрессионного анализа.

Объемы стволов деревьев березы повислой в городских озеленительных посадках при $d_0 = 0,55$

D, см	Объемы стволов деревьев, м ³ , при высоте, м																	
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
8	0,0833	0,0849	0,0865	0,0881	0,0897	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	0,0905	0,0930	0,0955	0,0980	0,1005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	0,0993	0,1029	0,1065	0,1101	0,1137	0,1172	0,1208	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14	0,1097	0,1146	0,1194	0,1243	0,1292	0,1341	0,1390	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	0,1216	0,1280	0,1344	0,1408	0,1472	0,1536	0,1600	0,1663	0,1727	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	0,1352	0,1433	0,1514	0,1595	0,1675	0,1756	0,1837	0,1918	0,1999	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	0,1504	0,1604	0,1703	0,1803	0,1903	0,2003	0,2103	0,2202	0,2302	0,2402	0,2502	0,2601	0,2701	—	—	—	—	
22	0,1671	0,1792	0,1913	0,2034	0,2154	0,2275	0,2396	0,2517	0,2637	0,2758	0,2879	0,3000	0,3120	—	—	—	—	
24	0,1855	0,1999	0,2142	0,2286	0,2430	0,2574	0,2717	0,2861	0,3005	0,3148	0,3292	0,3436	0,3579	0,3723	0,3867	—	—	
26	—	0,2223	0,2392	0,2561	0,2729	0,2898	0,3067	0,3235	0,3404	0,3572	0,3741	0,3910	0,4078	0,4247	0,4416	—	—	
28	—	0,2466	0,2661	0,2857	0,3053	0,3248	0,3444	0,3639	0,3835	0,4030	0,4226	0,4422	0,4617	0,4813	0,5008	0,5204	0,5400	
30	—	—	—	0,3175	0,3400	0,3624	0,3849	0,4073	0,4298	0,4522	0,4747	0,4972	0,5196	0,5421	0,5645	0,5870	0,6094	
32	—	—	—	0,3516	0,3771	0,4026	0,4282	0,4537	0,4793	0,5048	0,5304	0,5559	0,5815	0,6070	0,6326	0,6581	0,6837	
34	—	—	—	—	—	—	0,4743	0,5031	0,5320	0,5608	0,5897	0,6185	0,6473	0,6762	0,7050	0,7339	0,7627	
36	—	—	—	—	—	—	0,5232	0,5555	0,5879	0,6202	0,6525	0,6849	0,7172	0,7495	0,7819	0,8142	0,8465	
38	—	—	—	—	—	—	—	0,6109	0,6469	0,6830	0,7190	0,7550	0,7910	0,8271	0,8631	0,8991	0,9351	
40	—	—	—	—	—	—	—	0,6693	0,7092	0,7491	0,7890	0,8290	0,8689	0,9088	0,9487	0,9886	1,0285	
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8187	0,8627	0,9067	0,9507	0,9947	1,0387	1,0827	1,1267	
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8916	0,9399	0,9882	1,0365	1,0848	1,1331	1,1814	1,2297	
46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0735	1,1263	1,1791	1,2319	1,2847	1,3375	
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1627	1,2201	1,2776	1,3351	1,3926	1,4500	
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2556	1,3179	1,3803	1,4427	1,5050	1,5674	
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3523	1,4197	1,4872	1,5546	1,6221	1,6895	
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6710	1,7437	1,8165	
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7917	1,8700	1,9482	

В нашей работе с учетом характера зависимости объема стволов от их диаметра, высоты и коэффициента формы, в качестве базового принято следующее уравнение множественной регрессии:

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

В базовую модель включена комбинация переменных $D^2 \cdot H$, с целью учета возможных совместных эффектов, объясняющих нелинейную часть их воздействия.

В программе Statistica были рассчитаны уравнения с различным набором определяющих факторов. При выборе лучшего уравнения ориентировались на значения коэффициента детерминации, t-критериев Стьюдента, а также на возможность пояснения действительного характера влияния включенных переменных на объем стволов. С учетом вышеизложенного выбрано следующее уравнение:

$$V = 0,000025 \cdot D^2 \cdot H + 0,128269 \cdot q_2, R^2 = 0,953.$$

Область использования разработанного уравнения ограничивается диапазоном варьирования значений использованных переменных (диаметра, высоты и коэффициента формы). Коэффициенты переменных в уравнении в высшей степени достоверны: значение t-статистики для переменной $D^2 \cdot H$ составляет 49,10, для q_2 – 9,16. Совокупность всех трех определяющих факторов объясняет более 95 % изменчивости объема стволов. В целом статистические показатели разработанного уравнения позволяют считать его адекватным и корректным экспериментальным данным.

На его основе составлены три таблицы объемов стволов березы в озеленительных посадках. Первая таблица предназначена для определения объема полндревесных стволов, вторая – среднесбежистых и третья – сбежистых. В качестве примера приведена таблица для среднесбежистых стволов (таблица).

На заключительном этапе исследований проведена оценка точности определения объема стволов растущих деревьев на основе разработанных нормативов. Для этого проводилось сопоставление объема ствола, определенного по уравнению с объемами (истинными) учетных деревьев, определенными в ходе натурных исследований. Оно сопровождалось вычислением систематической и среднеквадратической ошибок. В ходе этой процедуры выявлено, что разработанное уравнение при определении объема стволов обеспечивает вполне

приемлемые результаты: систематическая ошибка составляет +3,11 %, а среднеквадратическая – $\pm 10,66$ %. Средняя ошибка, рассчитанная по 95 учетным деревьям, оказалась равной $\pm 1,09$ %. Таким образом, разработанные нормативы могут успешно применяться на производстве.

Заключение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что ПИК Field-Map позволяет оперативно измерить объемообразующие таксационные показатели на растущих деревьях. На основе этих измерений с достаточной для составления лесотаксационных нормативов точностью определяется объем стволов. Полученные объемы стволов растущих деревьев могут служить экспериментальной базой для составления таблиц объемов. Для условий города целесообразно иметь таблицы объемов с тремя входами: диаметром на высоте груди, высотой и вторым коэффициентом формы. Они наиболее выдержаны в теоретическом отношении и обеспечивают лучшие результаты при таксации небольших по объему выборок деревьев. Второй коэффициент формы q_2 у деревьев березы в городских озеленительных посадках изменяется в достаточно широком диапазоне, что обуславливает необходимость разработки таблиц для трех категорий деревьев по форме: полндревесных, среднесбежистых и сбежистых. Процедура разработки таблиц объемов корректно решается с использованием уравнений множественной регрессии. Совокупность трех определяющих факторов (диаметра, высоты и коэффициента формы), включенных в уравнение объясняют более 95 % изменчивости объемов. Разработанное уравнение и составленные на его основе таблицы при определении объема стволов обеспечивает вполне приемлемые результаты: систематическая ошибка составляет +3,11 %, а среднеквадратическая – $\pm 10,66$ %. Таким образом, разработанные нормативы могут успешно применяться в городском озеленительном хозяйстве и ландшафтном строительстве г. Екатеринбурга и других городов Уральского региона при таксации и инвентаризации городских насаждений, а также для расчета сметной документации при рубке деревьев.

Список литературы / References

1. Басыйров А.М. Экология города: Казань: Казанский фед. ун-т, 2013. 96 с.
Basyjrov A.M. Ecology of the city: Kazan: Kazanskiy fed. un-t, 2013. 96 p. (in Russian).

2. Хомич В.С., Какарека С.В., Кухарчик Т.И., Кравчук Л.А., Струк М.И., Кадацкая О.В., Быкова Н.К., Городецкий Д.Ю., Живнач С.Г., Казыренко М.И., Комаровский М.Е., Круковская О.Ю., Курман П.В., Овчарова Е.П., Рыжиков В.А., Савченко С.В., Санец Е.В. Городская среда: геоэкологические аспекты. Минск: Беларус. наука, 2013. 301 с.

Homich V.S., Kakareka S.V., Kuharchik T.I., Kravchuk L.A., Struk M.I., Kadatskaya O.V., Byikova N.K., Gorodetskiy D.Yu., Zhivnach S.G., Kazyrenko M.I., Komarovskiy M.E., Krukovskaya O.Yu., Kurman P.V., Ovcharova E.P., Ryzhikov V.A., Savchenko S.V., Sanets E.V. Urban environment: geoeological aspects. Minsk: Belarus. nauka, 2013. 301 p. (in Russian).

3. Бухарина И.Л., Журавлева А.Н., Бolyishova О.Г. Городские насаждения: экологический аспект. Ижевск: Удмурт. гос. ун-т, 2012. 206 с.

Buharina I.L., Zhuravleva A.N., Bolyishova O.G. Urban stands: the ecological aspect. Izhevsk: Udmurt. gos. un-t, 2012. 206 p. (in Russian).

4. Букша И.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Букша М.И. Применение полевой ГИС-технологии Field-Map в ландшафтном строительстве для инвентаризации и картирования городских зеленых насаждений // Современное состояние и перспективы применения ГИС-технологий и аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве. Особенности преподавания данных дисциплин в высших и средних учебных заведениях. Йошкар-Ола: Марийский гос. техн. ун-т, 2008. С. 93–100.

Buksha I.F., Pasternak V.P., Pivovarov T.S., Buksha M.I. Use of Field-Map GIS-technology in landscape construction for inventory and mapping of urban green stands // The current state

and the prospects of use of GIS-technologies and space methods in forestry and landscape gardening construction. Features of teaching these disciplines in the highest and average educational institutions. Yoshkar-Ola: Mariyskiy gos. tehn. un-t, 2008. P. 93–100 (in Russian).

5. Вишневецкий В.С. Полевые испытания ГИС Field-Map / Оборудование и инструмент для профессионалов. 2009. № 5–6. С. 74–75.

Vishnevskiy V.S. Field Testing of Geoinformation System Field-Map / Oborudovanie i instrument dlya professionalov. 2009. № 5–6. P. 74–75 (in Russian).

6. Zianis D., Muukkonen P., Mäkipää R., Mencuccini M. Biomass and Stem Volume Equations For Tree Species in Europe. Silva Fennica Monographs. No. 4. 2005. 63 p.

7. Шевелина И.В., Суслов А.В., Нуриев Д.Н., Нагимов З.Я., Марковцева А.Н., Дунаев И.С. Оценка возможности применения программно-измерительного комплекса на базе ГИС Field-Map при разработке таблиц объемов стволов в городских условиях // Успехи современного естествознания. 2018. № 1. С. 62–67.

Shevelina I.V., Suslov A.V., Nuriev D.N., Nagimov Z.Ya., Markovtseva A.N., Dunaev I.S. Estimation of using Field-Map technology in development of the stem volume tables in urban environment // Advances in current natural sciences. 2018. vol. 1. P. 62–67 (in Russian).

8. Горский П.В. Руководство для составления таблиц. М.: Гослесбумиздат, 1962. 93 с.

Gorskiy P.V. Guide for compilation of tables. M.: Goslesbumizdat, 1962. 93 p. (in Russian).