

УДК 630*23

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ

© *В.Ф. Ковязин¹, д-р биол. наук, проф.*

Т.Л. Нгуен², асп.

Ч.Х. Фан², асп.

¹ Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Васильевский остров, 21-я линия 2, Санкт-Петербург, Россия 199106; e-mail: vfkedr@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Институтский пер., 5, Санкт-Петербург, Россия, 194021; e-mail: goodluck1011001@yahoo.com

В настоящее время садово-парковые предприятия Санкт-Петербурга ежегодно составляют паспорта (реестры) объектов озеленения, в которых возраст деревьев указывается лишь в трех градациях: до 5, 5...15 и 16...30 лет. Но древесные породы в городских насаждениях живут и дольше, увеличивая при этом высоту и диаметр ствола. При инвентаризации городской растительности измеряют высоту и диаметр, а возраст отмечают по градациям, что совершенно не объективно. Цель наших исследований – установить зависимость между возрастом деревьев, произрастающих в сложных экологических условиях города, их высотой и диаметром. Задачами исследований являлись: изучение видового разнообразия паркового ценоза Московского парка Победы; оценка возрастной структуры насаждений парка; распределение деревьев парка по видам растений и ступеням толщины; установление зависимости возраста деревьев от их высоты и диаметра; статистическая оценка полученных уравнений связи возраста, высоты и диаметра деревьев. При исследованиях использовали определители древесных пород, общепринятую методику замера таксационных показателей деревьев и компьютерную программу для получения уравнений связи между возрастом деревьев, их высотой и диаметром. Установлено, что наиболее тесная связь между этими показателями характеризуется параболической кривой, что подтверждается значением коэффициента детерминации (0,35...0,84) и среднеквадратическим отклонением (2,45...4,97 %). Прямая и гиперболическая зависимости характеризуются менее тесной связью. Используя полученные уравнения связи, можно установить возраст деревьев, необходимый для оценки возрастной структуры древостоя и назначения лесоводственных мероприятий в парковых насаждениях Санкт-Петербурга. Результаты исследований планируется использовать в практике садово-паркового хозяйства крупных мегаполисов, а также в учебном процессе подготовки бакалавров по следующим направлениям: лесное дело, ландшафтная архитектура, землеустройство, кадастры.

Ключевые слова: парк, видовое разнообразие, параболическая зависимость, коэффициенты корреляции и детерминации.

Введение

При составлении паспортов на садово-парковые объекты необходимы сведения о высоте, диаметре и возрасте каждого дерева. Первые два дендрометрических показателя измеряют высотомером и мерной вилкой, возраст дерева указывают в пределах: до 5, 5...15, 16...30 лет. Но древесные породы

в Санкт-Петербурге живут значительно дольше, поэтому этот показатель необходимо устанавливать хотя бы косвенно, через измеренные высоты и диаметры. Нами проведен сплошной учет деревьев и по полученным данным сделана попытка установить зависимость между возрастом дерева, его высотой и диаметром ствола. Полученные зависимости могут быть использованы в практике садово-паркового хозяйства для оценки возрастной структуры городских насаждений и разработки кадастра растительных ресурсов городских экосистем.

Объекты и методика исследования

В качестве объекта исследования выбран Московский парк Победы, который создан в честь победы советского народа в Великой Отечественной войне. Парк ограничен с севера ул. Кузнецовкой, с запада – Московским проспектом, с востока – проспектом Юрия Гагарина, с юга – ул. Бассейной. Площадь парка составляет 68 га [4].

Парк заложен был 7 октября 1945 г. на месте Кирпично-Пемзового завода, выполнявшего в годы войны роль крематория [5].

Методика исследований

Видовой состав насаждений парка устанавливали по определителю древесных растений.

Диаметр деревьев измеряли на высоте груди (1,3 м от шейки корня) мерной вилкой. В частности применялась вилка MANTAX (Haglof, Швеция) [2]. При измерениях диаметра отдельного дерева определяли среднее арифметическое из двух взаимно-перпендикулярных замеров. Диаметр деревьев-двойников измеряли, исходя из положения развилки относительно высоты 1,3 м (если развилка выше 1,3 м – один ствол, если ниже – два).

Высоту растущих деревьев измеряли высотомером Блюме-Лейсса (Германия).

Возраст деревьев определяли возрастным буравом, в отдельных случаях – по комплексу морфологических признаков дерева [2]:

по форме и развитию кроны; в молодом возрасте кроны более конусообразные, с возрастом они становятся шаро- и зонтикообразными;

по расположению сучьев и ветвей; у молодых деревьев сучья расположены от оси ствола под острым углом вверх, с возрастом сучья принимают горизонтальное положение;

по очищению ствола от сучьев; в молодом возрасте сучья опускаются низко по стволу, с увеличением возраста стволы очищаются от сучьев;

по виду хвои и листьев; в молодом возрасте хвоя или листва гуще и зеленее, с возрастом редее и тускнеет;

по строению и окраске коры; с увеличением возраста гладкая кора становится чешуйчатой, позднее – бороздчатой.

Эти признаки имеют свои особенности по регионам страны и зависят от древесной породы, условий роста и других факторов, поэтому их использование

требовало от нас знаний городских лесорастительных условий и определенного опыта оценки возраста.

Для обработки полевых результатов исследования таксационных показателей деревьев использовали программу CVXPТ32. Вводили поочередно значения возраста, высоты и диаметра дерева. Программа выдавала уравнения связи между этими показателями, а также статистические показатели для оценки. В дальнейшем проводили оценку математической связи между таксационными показателями и выбирали итоговое уравнение.

Результаты исследований

Нами изучена видовая и возрастная структура паркового древостоя. Особое внимание обращалось на таксационные показатели деревьев старше 30 лет (табл. 1).

Таблица 1

Количество деревьев парка старше 30 лет

№ п/п	Древесные породы	Количество	
		шт.	%
1	Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	24	17,5
2	Вяз гладкий (<i>Ulmus laevis</i> Pall)	26	19,0
3	Конский каштан обыкновенный (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	9	6,6
4	Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	11	8,0
5	Лиственница европейская <i>Larix europaea</i> DC.)	12	8,6
6	Ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	55	40,1
<i>Итого</i>		137	100

Береза. Посадки березы представлены главным образом одним видом – березой повислой (*Betula pendula* Roth.). Красота березы – национального дерева России – сочетается с быстротой роста, высокой устойчивостью к суровому климату и неприхотливостью к почвенным условиям. Она светолюбива и относительно газоустойчива, в озеленении используется в парках, скверах, особенно в аллеиных посадках, группами и одиночно [1]. На обследованной территории возраст насаждений березы в основном превышает 30 лет. Состояние деревьев с возрастом улучшается, что можно объяснить высоким отпадом ослабленных растений после посадки. В целом условия для произрастания березы на обследованной территории удовлетворительные.

Вяз. На территории района исследований произрастает в основном вяз гладкий, или обыкновенный (*Ulmus laevis* Pall). Деревья этой породы среднеустойчивы к городским условиям, теневыносливые, морозостойкие, быстрорастущие. Ильмовые породы плохо переносят сухие почвы, но не страдают от обрезки кроны, газоустойчивы. При озеленении их высаживают в садах и парках как перспективные солитеры, в группах и массивах – в смеси с дубом, кленом и липой. Вязы используют в аллеях и уличных посадках [1].

Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.) влаголюбив и предпочитает суглинистые почвы, содержащие известь. Хорошо переносит городские условия, но в промышленных районах Санкт-Петербурга страдает от дыма и газов, в некоторых районах города – от каштановой минирующей моли. Растет медленно, особенно первые десять лет, более интенсивно – в период 10...25 лет. Плодоносить начинает через 15...25 лет [3]. Каштан является хорошим медоносом и очень декоративен в течение всего периода вегетации. В целом состояние деревьев каштана на обследуемой территории хорошее.

Липа. На обследованном объекте произрастает липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). В озеленении Санкт-Петербурга липа – одна из самых распространенных древесных пород, поскольку она обладает устойчивостью к городским условиям, хорошо приживается и быстро восстанавливает побеги после стрижки, что создает хорошие возможности формирования кроны, однако она плохо переносит уплотнение, бедность и сухость почвы. Насаждения парка представлены главным образом взрослыми деревьями в хорошем состоянии.

Лиственница европейская (*Larix europaea* DC) отличается долговечностью, доживает до 500 и более лет. Отдельные экземпляры достигают высоты более 50 м. Она очень светолюбива [1]. В целом условия для произрастания лиственницы на обследованной территории удовлетворительные.

Ясень. В обследованных посадках используется ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.). Порода светолюбивая, зимостойкая и засухоустойчивая, используется для одиночных и групповых посадок, создания ажурных аллей (как примесь). Однако ясень обыкновенный недостаточно устойчив к дыму и примеси газов. Часто у деревьев отмечается суховершинность [3]. В целом состояние ясеня на обследуемой территории хорошее.

Результаты распределения деревьев парка по группам высот приведены в табл. 2.

Таблица 2

Распределение (шт.) деревьев парка старше 30 лет по группам высот

№ п/п	Древесная порода	Группа высоты, м			
		10...20	21...30	≥ 31	
1	Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	7	3	14	
2	Вяз гладкий (<i>Ulmus laevis</i> Pall)	10	14	2	
3	Конский каштан обыкновенный (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	–	2	7	
4	Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	–	3	8	
5	Лиственница европейская (<i>Larix europaea</i> DC)	–	11	1	
6	Ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	1	20	34	
<i>Итого</i>		шт.	18	53	66
		%	13,1	38,7	48,2

Почти 87 % насаждений парка имеют высоту более 20 м, следовательно возраст этих деревьев значительно больше 30 лет, как указано в реестре зеленых насаждений. Результаты исследования древостоев парка по ступеням толщины приведены в табл. 3.

Таблица 3

Распределение деревьев парка старше 30 лет по ступеням толщины ствола, шт.

Группа диаметра ствола, см	Древесная порода						Итого
	Береза повислая	Вяз гладкий	Конский каштан	Липа мелколистная	Лиственница европейская	Ясень обыкновенный	
16,1...20,0	9	14	–	–	–	1	24
20,1...24,0	0	5	–	–	–	1	6
24,1...28,0	1	4	1	2	6	4	18
28,1...32,0	2	1	–	–	5	17	25
32,1...36,0	7	2	2	4	–	18	33
36,1...40,0	3	–	1	3	1	13	21
> 40,1	2	–	5	2	–	1	10
<i>Всего</i>	24	26	9	11	12	55	137

Распределение деревьев парка свидетельствует о почти равном числе деревьев в каждой ступени толщины, исключения составляют ступени 20,1...24,0 и 40,1 см и более. Деревья низких ступеней толщины поражены вредителями и удалены из древостоя. Крупномерные деревья, пораженные дереворазрушающими грибами, представляли угрозу, поэтому были вырублены при проведении санитарно-оздоровительных мероприятий.

Уравнения связи возраста деревьев с их высотой и диаметром ствола на высоте 1,3 м представлены в табл. 4, 5. Теснее всего связь между возрастом деревьев, их высотой и диаметром проявляется при параболической зависимости. Коэффициент корреляции при изучении возраста и диаметра деревьев колеблется от 0,866 (вяз гладкий) до 0,997 (каштан конский), что свидетельствует о тесной связи этих таксационных показателей. Связь между возрастом деревьев и их высотой также довольно тесная, коэффициент корреляции изменяется от 0,594 до 0,917. Следовательно, полученные уравнения связи между дендрометрическими показателями деревьев могут быть использованы при инвентаризации и разработке кадастра растительных ресурсов городских экосистем.

Таблица 4

Уравнения связи возраста древесных пород и их высоты

№	Древесная порода	Математическая зависимость	Общий вид связи	Значения коэффициентов в уравнениях связи			Статистические показатели					Итоговое уравнение связи					
				a	b	c	r	D	s	г	с		с				
1	Береза повислая	Прямая	$A = a + bh$	11,300	1,184	—	0,860	0,740	5,075	—	0,860	0,740	5,075	$A = 37,933 - 1,004h + 0,042h^2$			
			$A = a + bh + ch^2$	37,933	-1,004	0,042	0,866	0,750	5,098						0,860	0,740	5,075
			$A = a + b/h$	11,300	1,181	—	0,860	0,740	5,075								
2	Вяз гладкий	Прямая	$A = a + bh$	14,241	1,091	—	0,849	0,721	3,391	—	0,849	0,721	3,391	$A = 38,357 - 1,070h + 0,046h^2$			
			$A = a + bh + ch^2$	38,357	-1,070	0,046	0,877	0,769	3,155						0,849	0,721	3,391
			$A = a + b/h$	59,600	-447,727	—	0,756	0,572	4,202								
3	Каштан обыкновенный	Прямая	$A = a + bh$	29,490	0,903	—	0,593	0,352	2,267	—	0,593	0,352	2,267	$A = 29,093 + 0,928h - 0,0004h^2$			
			$A = a + bh + ch^2$	29,093	0,928	-0,001	0,594	0,353	2,449						0,593	0,352	2,267
			$A = a + b/h$	85,212	-857,236	—	0,591	0,349	2,270								
4	Липа мелколистная	Прямая	$A = a + bh$	-10,470	2,076	—	0,889	0,790	4,295	—	0,889	0,790	4,295	$A = -155,765 + 12,262h - 0,175h^2$			
			$A = a + bh + ch^2$	-155,765	12,262	-0,175	0,917	0,841	3,927						0,889	0,790	4,295
			$A = a + b/h$	110,753	-1733,889	—	0,908	0,825	3,926								
5	Лиственница европейская	Прямая	$A = a + bh$	38,552	0,651	—	0,497	0,247	4,390	—	0,497	0,247	4,390	$A = -133,220 + 11,939h - 0,181h^2$			
			$A = a + bh + ch^2$	-133,220	11,939	-0,181	0,752	0,566	3,512						0,497	0,247	4,390
			$A = a + b/h$	81,497	-688,846	—	0,574	0,330	4,145								
6	Ясень обыкновенный	Прямая	$A = a + bh$	9,892	1,381	—	0,748	0,560	4,936	—	0,748	0,560	4,936	$A = 87,209 + 2,305h - 0,016h^2$			
			$A = a + bh + ch^2$	-3,221	2,305	-0,016	0,750	0,563	4,971						0,748	0,560	4,936
			$A = a + b/h$	87,209	-1047,460	—	0,740	0,548	5,003								

Примечание: A – возраст, лет; h – высота, м; r – коэффициент корреляции; D – коэффициент детерминации; s – среднее квадратичное отклонение.

Таблица 5

Уравнения связи возраста древесных пород и диаметра их ствола

№	Древесная порода	Математическая зависимость	Общий вид связи	Значения коэффициентов в уравнениях связи			Статистические показатели				Итоговое уравнение связи
				a	b	c	r	D	s		
1	Береза повислая	Прямая	$A = a + bd$	15,433	0,945	—	0,955	0,912	2,951	$A = 8,287 + 1,437d - 0,008d^2$	
		Параболическая	$A = a + bd + cd^2$	8,287	1,437	-0,008	0,958	0,918	2,922		
		Гиперболическая	$A = a + b/d$	72,225	-769,860	—	0,937	0,878	3,463		
2	Вяз гладкий	Прямая	$A = a + bd$	12,464	1,145	—	0,866	0,750	2,972	$A = 12,362 + 1,153d - 0,001d^2$	
		Параболическая	$A = a + bd + cd^2$	12,362	1,153	-0,001	0,886	0,785	3,036		
		Гиперболическая	$A = a + b/d$	67,950	-664,587	—	0,859	0,738	3,283		
3	Каштан обыкновенный	Прямая	$A = a + bd$	45,239	0,289	—	0,931	0,867	1,023	$A = 75,625 - 1,267d + 0,019d^2$	
		Параболическая	$A = a + bd + cd^2$	75,625	-1,267	0,019	0,997	0,994	0,249		
		Гиперболическая	$A = a + b/d$	67,589	-408,290	—	0,860	0,740	1,435		
4	Липа мелколиственная	Прямая	$A = a + bd$	21,018	0,887	—	0,794	0,630	5,691	$A = -76,167 + 6,184d - 0,069d^2$	
		Параболическая	$A = a + bd + cd^2$	-76,167	6,184	-0,069	0,955	0,912	2,934		
		Гиперболическая	$A = a + b/d$	90,285	-1292,949	—	0,896	0,803	4,160		
5	Лиственница европейская	Прямая	$A = a + bd$	33,488	0,785	—	0,643	0,414	3,876	$A = -137,871 + 11,605d - 0,166d^2$	
		Параболическая	$A = a + bd + cd^2$	-137,871	11,605	-0,166	0,933	0,871	1,923		
		Гиперболическая	$A = a + b/d$	87,739	-900,371	—	0,743	0,552	3,194		
6	Ясень обыкновенный	Прямая	$A = a + bd$	15,650	1,104	—	0,832	0,692	4,127	$A = -34,567 + 4,163d - 0,045d^2$	
		Параболическая	$A = a + bd + cd^2$	-34,567	4,163	-0,045	0,886	0,785	3,572		
		Гиперболическая	$A = a + b/d$	88,365	-1162,4	—	0,871	0,759	3,645		

Примечание: A – возраст, лет; d – диаметр ствола, см; r – коэффициент корреляции; D – коэффициент детерминации; s – среднее квадратичное отклонение.

Выводы

1. Высаженные в Московском парке Санкт-Петербурга как аборигенные древесные породы (березы повислая), так и интродуценты (вяз гладкий, каштан конский обыкновенный, липа мелколистная и др.) существенно различаются темпами роста и таксационными показателями.

2. По результатам инвентаризации зеленых насаждений парка разработана математическая модель связи между возрастом деревьев, их высотой и диаметром. Полученные уравнения связи наиболее тесно коррелируют с таксационными показателями деревьев при параболической зависимости, прямая и гиперболическая зависимости характеризуется менее тесной связью.

3. Результаты исследований предлагается использовать в практике садово-паркового хозяйства, при инвентаризации зеленых насаждений, разработке кадастра растительных ресурсов городов, а также в учебном процессе вузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковязин В.Ф., Беляева Н.В. Устойчивость древесных пород к техногенным нагрузкам//Изв. С.-Петербургской лесотехнической академии. 2007. Вып. 179. С.15–24.

2. Ковязин В.Ф., Мартынов А.Н., Мельников Е.С., Аникин А.С., Беляева Н.В. Основы лесного хозяйства и таксация леса: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: Изд-во «Лань», 2012. 432 с.

3. Ковязин В.Ф., Минкевич И.И., Шабнов В.М. Древесные породы зеленых насаждений С.-Петербурга и Пушкина, мониторинг их состояния и способы его улучшения. СПб.: Изд-во СПб ГПУ, 2002. 88 с.

4. Прогулка по Санкт-Петербургу. Московский парк Победы. Режим доступа: http://walkspb.ru/sad/park_pobedy.html

5. В Московском парке будет создан музей памяти. Режим доступа: <http://www.fontanka.ru/2003/11/10/54063/>

Поступила 23.07.14

UDC 630*23

On a Research Methodology of Urban Stands

V.F. Kovyazin¹, *Doctor of Biological Sciences, Professor*

T.L. Nguen², *Postgraduate Student*

Ch.H. Fan², *Postgraduate Student*

¹National Mineral Resources University, Vasilyevsky ostrov, 21 Line, 2, Saint Petersburg, 199106, Russian Federation; e-mail: vfkedr@mail.ru

²Saint Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov, Institutskiy per., 5, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation; e-mail: goodluck1011001@yahoo.com

Park and garden enterprises of Saint Petersburg annually make the passports (registers) of green areas, in which the age of trees is reported only in three gradations: up to 5 years, 5...15 and 16...30 years. But tree species in the urban stands live more years, increasing its

height and diameter. When the inventory of the urban vegetation the height and diameter are measured, and the age is constantly marked by gradations that is absolutely not objective. The aim of our research is to establish the relationship between the age, height and diameter of the trees, growing in the difficult environmental conditions of a city. Objectives of the study were the study of species diversity of the Moscow park of Victory; assessment of the age structure of the park plantings; tree distribution by plant species and thickness; determination of dependence of the age of a tree on its height and diameter; statistical evaluation of the received equations of connection of age, height and diameter of trees of different species. In the studies determinants of tree species, generally accepted methods of tree taxational indexes, and a computer program for calculation of equations of connection between the tree ages, their height and diameter were used. It is established, that the close association between these indicators is characterized by a parabolic curve that is confirmed by the value of the determination coefficient (0.35...0.84) and the mean-square deviation from (2.45...4.97 %). Direct and hyperbolic dependence are characterized by less connection. Due to the obtained equations of connection it's possible to establish the age of trees, necessary for assessing the age structure of the stand and a target of silvicultural treatments in the parks of Saint Petersburg. The age is required for the assessment of the age structure of phytocenosis and destination of forestry activities in the park of Saint Petersburg. The research results can be used in the practice of landscape management in the cities, as well as in the bachelors educational process in the following segments: forestry business, landscape architecture, land management and cadasters.

Keywords: park, species diversity, parabolic dependence, coefficients of correlation and determination.

REFERENCES

1. Kovyazin V.F., Belyaeva N.V. Ustoychivost' drevesnykh porod k tekhnogennym nagruzkam [Sustainability of Tree Species to Man-Caused Impacts]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Proc. Saint Petersburg Forestry Academy], 2007, iss. 179, pp. 15–24.
2. Kovyazin V.F., Martynov A.N., Mel'nikov E.S., Anikin A.S., Belyaeva H.B. *Osnovy lesnogo khozyaystva i taksatsiya lesa: Uchebnoe posobie* [Basics of Forestry and Forest Taxation: Manual]. Saint Peterburg, 2012. 432 p.
3. Kovyazin V.F., Minkevich I.I., Shabnov V.M. *Drevesnye porody zelenykh nasazhdeniy Sankt-Peterburga i Pushkina, monitoring ikh sostoyaniya i sposoby ego uluchsheniya* [Woody Species of Green Areas in Saint Petersburg and Pushkin, Monitoring of Their Condition and Ways of Improvement]. Saint Petersburg, 2002. 88 p.
4. *Progulki po Peterburgu. Moskovskiy park Pobedy* [Tour of Saint Petersburg. The Moscow Park of Victory]. Available at: http://walkspb.ru/sad/park_pobedy.html
5. V Moskovskom parke Pobedy budet sozdan Muzey pamyati [A Museum of Memory will Be Created in the Moscow Park of Victory]. *Internet-gazeta "Fontanka.ru"* [Internet newspaper "Fontanka.ru"]. Available at: <http://www.fontanka.ru/2003/11/10/54063/>

Received on July 23, 2014

DOI:10.17238/issn0536-1036.2015.6.57