

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УРАВНЕНИЙ СВЯЗИ

доктор биологических наук, профессор **В.Ф. Ковязин**<sup>1</sup>

аспирантка **Нгуен Тхи Тхюи**<sup>2</sup>

1 – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

2 – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова»  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Парк «Дубки» заложен по указу Петра Великого в 1717 году на мысе Финского залива в центре Курортного района Санкт-Петербурга – Сестрорецке. За 300-летний период развития фитоценоза существенно изменился его видовой состав и таксационные показатели деревьев. Цель наших исследований – изучить видовое разнообразие древесно-кустарниковых растений в мемориальном парке через три столетия после его формирования. Такие исследования нами проведены впервые. Кроме того, проведены замеры таксационных показателей изучаемых видов деревьев. Рассчитаны уравнения связи возраста деревьев с их высотой и диаметром, которые можно измерить инструментами. Полученные математические модели рекомендуется использовать для определения возраста деревьев, так как сверлить стволы деревьев возрастным буравом для взятия керна не разрешается в мемориальных парках. Теснота полученных связей возраста дерева с его диаметром и высотой у различных древесных пород достаточно высокая при полиноме второго порядка. Качество модели характеризуется коэффициентом детерминации, равным 0,82-0,99 в зависимости от породы дерева.

**Ключевые слова:** Парк, видовой состав, возраст, диаметр, высота, уравнения связи, коэффициенты связи.

## METHODOLOGY OF DETERMINATION OF FOREST-TAXATION INDICATORS OF URBAN PLANTS WITH APPLICATION OF CONSTRAINT EQUATIONS

DSc (Biology), Professor **V.F. Kovyazin**<sup>1</sup>

Post-graduate student **Nguyen Thi Thuy**<sup>2</sup>

1 – FSBEI HE «Saint-Petersburg Mining University», Saint-Petersburg, Russian Federation

2 – FSBEI HE "Saint-Petersburg State Forest Technical University under name of S.M Kirov",  
Saint-Petersburg, Russian Federation

### Abstract

Park "Dubki" was laid by the decree of Peter the Great in 1717 on the cape of the Gulf of Finland in the center of Kurortny district Sestroretsk, St. Petersburg. Over the 300-year period of phytocoenosis development, its species composition and taxation indices of trees have changed. The purpose of our research is to study the species diversity of woody and shrubby plants in the memorial park in three centuries after its formation. We carried out such investigations for the first time. In addition, measurements of taxation indices of studied tree species were made. The constraint equations of the age of trees with their height and diameter, which can be measured, are calculated. The obtained mathematical models are recommended to be used to determine the age of trees, since the age drill is not recommended for traditional purposes in memorial parks. The tightness of the obtained connections of taxation indicators in the form of a parabola is quite high. Coefficient of determination is 0.82-0.99, depending on the species of the tree.

**Keywords:** Park, species composition, age, diameter, height, constraint equations, coupling coefficients.

**Введение.** Император Петр I, оценив красоту природы на северном побережье Финского залива в центре Курортного района, городе Сестрорецке, решил использовать это живописное место для строительства парка и обустройства здесь летней резиденции. По указанию Императора в 1717 году началось строительство резиденции. На мыс Финского залива на баржах завозилась из южных губерний России «черная» земля, слоем до 20 см, в которую было высажено несколько тысяч крупномерных саженцев дуба черешчатого. Считалось, что древесина дуба будет использоваться для строительства морских кораблей. Так появилась самая северная дубрава России, которая позже получила название парка «Дубки». Площадь парка в настоящее время составляет 53 га [1], а первоначально была в 2 раза больше. На этой территории созданы прекрасные ландшафты широколиственной растительности с преобладанием дуба. Эти ландшафты резко различались от типичной для зоны тайги хвойных древостоев естественного леса. На безлесной части земельного участка архитекторами заложен сад с плодовыми деревьями, которые к настоящему времени не сохранились.

**Методика исследований.** Видовой состав древесных растений парка устанавливали по морфологическим признакам, используя определитель [2]. Диаметр деревьев измерялся на высоте груди (1,3 м от шейки корня) [3] мерной вилкой MANTAX [4]. Средний диаметр дерева вычислялся как среднее арифметическое из двух взаимно перпендикулярных замеров. Диаметр деревьев-двойников определяли по положению развилки относительно высоты 1,3 м. Если развилка находилась выше 1,3 м, то это один ствол, а если ниже, то два ствола [8]. Высоту деревьев определяли высотомером Блюме-Лейсса [7]. Возраст определялся у хвойных деревьев возрастным буровом, а у лиственных пород – по паспорту (реестру), взятому у администрации парка. Кроме того, для определения возраста лиственных растений использовали комплекс морфологических признаков деревьев [6]: расположение сучьев и ветвей, очищение ствола от сучьев, форма и развитие кроны, строение и цвет

коры. Зависимость между высотой и диаметром деревьев находили по уравнению (1) Неслунда [5]

$$h = \left(\frac{d}{a+bd}\right)^2 + 1.3 \quad (1)$$

где  $h$  – высота, м;  $d$  – диаметр, см,  $a$ ,  $b$  – параметры уравнения.

Зависимость между возрастом деревьев, их высотой и диаметром устанавливали по трем различным уравнениям связи: линейная (2), параболическая (3) и гиперболическая (4) зависимости [9]

$$A=a+bh \quad A=a+bd \quad (2)$$

$$A=a+bh+ch^2 \quad A=a+bd+cd^2 \quad (3)$$

$$A=a+b/h \quad A=a+b/d, \quad (4)$$

где  $h$  – высота, м;  $d$  – диаметр, см,  $b$ ,  $c$  – параметры уравнений.

Для разработки уравнений связи вышеназванных таксационных показателей использовали специальную программу SPSS 13.0 Statistics. В программу поочередно вводились значения возрастов, высот и диаметров деревьев каждой породы. Программа выдавала параметры уравнений между таксационными показателями, а также статистики для оценки качества связи. В дальнейшем качество связи оценивалось по коэффициенту детерминации: чем он ближе к единице, тем связь между исследуемыми показателями более тесная. Графики зависимостей таксационных показателей деревьев строились с применением стандартной программы EXCEL.

**Результаты и обсуждение.** Нами в течение вегетационного сезона 2016 года проведена инвентаризация насаждения парка «Дубки». По результатам инвентаризации установлено видовое разнообразие паркового фитоценоза, который при исследованиях расчленен по жизненным формам растений: лиственные, хвойные деревья и кустарники. При перечете учитывались только деревья с диаметром более 4см [10]. Результаты исследований видового состава древостоя парка представлены в табл. 1, 2. По результатам исследований можно заключить, что в составе древостоя преобладают лиственные породы. Первоначально в парке высаживался дуб черешчатый, но по истечении трехсотлетнего периода развития фитоценоза деревья петровского периода не сохранились. Для соответствия назва-

## Природопользование

ния парка древесной породе администрация ежегодно подсаживает новые крупномерные деревья дуба, которые плохо приживаются по причине светлюбия породы и сезонного подтопления территории. По этим причинам в настоящее время лишь четверть всего числа деревьев парка представлено дубом черешчатым. Кроме дуба черешчатого, в парке появились: береза повислая и пушистая, рябина обыкновенная, ольха черная и серая, липа мелколистная, а также разные виды ив. Эти породы появились из-за нанося семян с рядом расположенных земель, покрытых древесной растительностью, и посадкой экзотов на места погибших экземпляров

главной породы. Хвойные породы высажены человеком одиночно или группами, их число незначительное. Из хвойных пород произрастают: сосна обыкновенная, ель колючая и европейская, пихта сибирская, кедр сибирский, туя западная. Вдоль садово-парковых дорожек и площадок высажены живые изгороди из кустарников разных видов: розы колючейшей, спиреи дубравколистной, сирени венгерской. В местах поворота пешеходных дорожек сформированы декоративные группы из кизильника блестящего, снежноягодника белого, акации желтой, боярышника сибирского (табл. 3).

Таблица 1

Видовое разнообразие лиственных пород в парке «Дубки»

№ п/п	Древесная порода	Латинское название	Кол-во, штук	%
1	Дуб черешчатый	<i>Quercus robur</i> L.	2017	27,84
2	Ольха черная	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaerth	1155	15,94
3	Берёза повислая	<i>Betula pendula</i> Roth.	1154	15,93
4	Рябина обыкновенная	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	805	11,11
5	Берёза пушистая	<i>Betula pubescens</i> Ehrh	578	7,98
6	Ольха серая	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	547	7,55
7	Осина	<i>Populus tremula</i> L.	241	3,32
8	Ива козья	<i>Salix caprea</i> L.	212	2,93
9	Липа мелколистная	<i>Tilia cordata</i> Meill	122	1,68
10	Ива ломкая	<i>Salix fragilis</i> L.	117	1,61
11	Черемуха обыкновенная	<i>Padus avium</i> Mill	82	1,13
12	Клен остролистный	<i>Acer platanoides</i> L.	55	0,76
13	Ясень обыкновенный	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	49	0,68
14	Ива серая	<i>Salix cinerea</i> L.	19	0,26
15	Ива белая	<i>Salix alba</i> L.	16	0,22
16	Яблоня домашняя	<i>Malus domestica</i> Borkh	14	0,19
17	Ива шаровидная	<i>Salix « Bullata »</i> L.	11	0,14
18	Ива чернеющая	<i>Salix nigricans</i> Smith	10	0,14
19	Ива серебристая	<i>Salix alba</i> L.	7	0,10
20	Вяз шершавый	<i>Ulmus glabra</i> Huds	7	0,09
21	Ива трехтычинковая	<i>Salix triandra</i> L.	6	0,08
22	Тополь канадский	<i>Populus canadensis</i> L.	6	0,08
23	Ива пятитычинковая	<i>Salix pentandra</i> L.	4	0,06
24	Ясень зеленый	<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh	4	0,06
25	Прочие породы	-	8	0,09
	<b>Итого:</b>	-	<b>7245</b>	<b>100</b>

Видовое разнообразие хвойных пород в парке «Дубки»

№ п/п	Древесная порода	Латинское название	Кол-во, штук	%
1	Сосна обыкновенная	<i>Pinus sylvestris</i> L.	33	39,29
2	Ель колючая	<i>Picea ajanensis</i> Engelm.	18	21,43
3	Пихта сибирская	<i>Abies sibirica</i> Idb.	15	17,86
4	Кедр сибирский	<i>Pinus sibirica</i> Mayer	11	13,10
5	Туя западная	<i>Thuja occidentalis</i> L.	4	4,76
6	Ель европейская	<i>Picea abies</i> (L) Karst	3	3,57
	<b>Итого:</b>	-	<b>84</b>	<b>100</b>

Таблица 3

Видовое разнообразие кустарников в парке «Дубки»

№ п/п	Видовое название	Латинское название	Кол-во, штук	%
1	Роза колючейшая	<i>Rosa spinosissima</i> L.	1825	26,0
2	Спирея дубравколистная	<i>Spiraea chamaedryfolia</i> L.	1770	25,22
3	Кизильник блестящий	<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht	787	11,21
4	Сирень венгерская	<i>Syringa Josikaea</i> Jacq.F.	740	10,56
5	Роза морщинолистная	<i>Rosa rugosa</i> Thund	532	7,71
6	Снежноягодник белый	<i>Symphoricarpos albus</i> (L) Blake	431	6,14
7	Сирень обыкновенная	<i>Syringa vulgaris</i> L.	220	3,25
8	Пузыреплодник калинолистный	<i>Physocarpus opulifolia</i> (L) Maxim	137	1,93
9	Спирея иволистная	<i>Spiraea salicifolia</i> L.	117	1,74
10	Жимолость обыкновенная	<i>Lonicera xylosterum</i> L.	100	1,43
11	Акация желтая	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	93	1,35
12	Боярышник сибирский	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall	67	1,08
13	Бузина красная	<i>Sambucus racemosa</i> L.	60	0,93
14	Дерен кроваво-красный	<i>Cornus sanguinea</i> L.	50	0,74
15	Дерен белый	<i>Cornus alba</i> L.	45	0,70
16	Прочие виды	-	43	0,52
	<b>Итого:</b>	-	<b>7017</b>	<b>100</b>

Результаты инвентаризации насаждения явились основой для разработки уравнений связи возраста деревьев с их диаметром на высоте 1,3 м и высотой ствола. В специальную программу поочередно вводились дендрометрические показатели деревьев и выдавались на монитор уравнения связи, их коэффициенты и статистики к ним. Уравнения связи возраста деревьев с их высотой приведены в табл. 4. Уравнения связи возраста деревьев с их диаметром представлены в табл. 5. Установлено,

что теснее всего связи между возрастом деревьев, их диаметром и высотой проявляются при параболической зависимости. Коэффициенты детерминации при изучении связей возраста с высотой деревьев колеблются от 0,907 до 0,999, что свидетельствует о тесной их связи. Связь между возрастом деревьев и их диаметрами также довольно тесная, коэффициенты детерминации изменяются от 0,905 до 0,996. Следовательно, полученные уравнения связи между дендрометрическими показателя-

ми деревьев могут быть использованы в парке «Дубки» при инвентаризации насаждений и разработке паспорта растительных ресурсов парковой экосистемы.

По уравнению Неслунда [5] нами с помощью компьютерной программы рассчитана зависимость высоты дерева от диаметра его ствола для преобладающих в парке древесных пород. Также определены показатели качества полученных моделей, в качестве которых выступают коэффициенты корреляции и детерминации. Теснота связи полученных уравнений варьировалась в пределах 0,96-0,99 при

среднем значении 0,98. Проверка унифицированного прогнозного уравнения в дальнейшем проведена путем сопоставления расчетного возраста с измеренным его значением. Значения расчетной и фактической высот деревьев парка «Дубки» представлены в последней колонки табл. 6. Для большей наглядности на рисунке приведено сравнение фактической зависимости высоты деревьев от их диаметра, с учетом рассматриваемых таксационных показателей, полученных по вышеприведенной методике.

Таблица 4

Уравнения связи возраста древесных пород с их высотой

№	Древесная порода	Общий вид связи	Значения коэффициентов уравнений связи			Тесноты связи		Итоговое уравнение связи	Средний возраст, лет
			a	b	c	r	D		
1	Дуб черешчатый	$A=a+bh$	-71,28	10,34	-	0,81	0,65	$A = 61,96-13,94h+0,85h^2$	$\frac{74}{74}$
		$A=a+bh+ch^2$	61,96	-13,94	0,85	0,91	0,82		
		$A=a+b/h$	154,79	-589,75	-	0,54	0,29		
2	Ольха черная	$A=a+bh$	-30,79	5,24	-	0,94	0,89	$A = 23,90-4,43h+0,37h^2$	$\frac{39}{43}$
		$A=a+bh+ch^2$	23,90	-4,43	0,37	0,99	0,99		
		$A=a+b/h$	84,39	-482,95	-	0,77	0,59		
3	Берёза повислая	$A=a+bh$	-45,27	5,99	-	0,97	0,94	$A = 64,75-10,24h+0,57h^2$	$\frac{39}{41}$
		$A=a+bh+ch^2$	64,75	-10,24	0,57	0,99	0,99		
		$A=a+b/h$	115,53	-1019,79	-	0,91	0,82		
4	Рябина обыкновенная	$A=a+bh$	-1,55	2,07	-	0,95	0,89	$A = 6,19+0,71h+0,05h^2$	$\frac{23}{25}$
		$A=a+bh+ch^2$	6,19	0,71	0,05	0,95	0,90		
		$A=a+b/h$	49,88	-277,72	-	0,92	0,85		
5	Берёза пушистая	$A=a+bh$	-6,56	2,71	-	0,97	0,94	$A = -13,12+3,78h-0,04h^2$	$\frac{36}{35}$
		$A=a+bh+ch^2$	-13,12	3,78	-0,04	0,97	0,95		
		$A=a+b/h$	58,57	-327,65	-	0,91	0,84		
6	Ольха серая	$A=a+bh$	-16,58	3,27	-	0,99	0,98	$A = 11,05-0,09h +0,09h^2$	$\frac{38}{39}$
		$A=a+bh+ch^2$	11,05	-0,09	0,09	0,99	0,99		
		$A=a+b/h$	92,11	-807,78	-	0,93	0,86		
7	Осина	$A=a+bh$	3,82	1,96	-	0,92	0,84	$A = -5,08+3,42h -0,05h^2$	$\frac{35}{36}$
		$A=a+bh+ch^2$	-5,08	3,42	-0,05	0,93	0,87		
		$A=a+b/h$	48,65	-182,82	-	0,86	0,73		
8	Ива козья	$A=a+bh$	-9,79	3,80	-	0,87	0,76	$A = 32,11-9,83h+0,95h^2$	$\frac{17}{18}$
		$A=a+bh+ch^2$	32,11	-9,83	0,95	0,97	0,95		
		$A=a+b/h$	38,44	-122,23	-	0,74	0,54		
9	Сосна обыкновенная	$A=a+bh$	-22,61	6,92	-	0,76	0,57	$A = 642,17-98,45h+3,86h^2$	$\frac{84}{85}$
		$A=a+bh+ch^2$	642,17	98,45	3,86	0,95	0,89		
		$A=a+b/h$	160,21	-1104,73	-	0,71	0,50		

*Примечание: A – возраст, лет; h – высота ствола, м; r – коэффициент корреляции; D – коэффициент детерминации*

Уравнения связи возраста древесных пород с диаметром их ствола

№	Древесная порода	Общий вид связи	Значения коэффициентов уравнений связи			Тесноты связи		Итоговое уравнение связи	Средний возраст, лет
			a	b	c	r	D		
1	Дуб черешчатый	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	-5,85 18,66 141,65	2,99 0,87 -780,29	- 0,011 -	0,87	0,75	$A = 18,66+0,87d + 0,011d^2$	$\frac{64}{74}$
2	Ольха черная	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	-20,62 -2,28 82,33	2,39 0,81 -821,63	- 0,03 -	0,84	0,71	$A = -2,28+0,81d+ 0,03d^2$	$\frac{43}{43}$
3	Берёза повислая	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	-4,17 13,75 72,22	1,79 0,14 -648,92	- 0,033 -	0,98	0,96	$A = 13,75+ 0,14d + 0,033d^2$	$\frac{41}{41}$
4	Рябина обыкновенная	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	2,47 -7,49 46,81	1,22 2,46 -333,48	- 0,03 -	0,95	0,90	$A = -7,49 +2,46d -0,03d^2$	$\frac{28}{25}$
5	Берёза пушистая	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	5,32 2,83 44,66	1,19 1,55 -180,95	- 0,009 -	0,98	0,96	$A = 2,83 +1,55d - 0,009d^2$	$\frac{35}{35}$
6	Ольха серая	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	1,33 2,84 82,79	1,77 1,62 -787,30	- 0,003 -	0,99	0,98	$A = 2,84+1,62d +0,003 d^2$	$\frac{40}{39}$
7	Осина	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	21,42 0,20 44,52	0,25 2,18 -164,99	- -0,015 -	0,57	0,32	$A = 0,20 +2,18d-0,015d^2$	$\frac{33}{36}$
8	Ива козья	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	-11,03 9,02 41,47	3,21 -1,44 -177,24	- 0,24 -	0,98	0,95	$A = 9,02 -1,44d +0,24d^2$	$\frac{17}{18}$
9	Сосна обыкновенная	$A=a+bd$ $A=a+bd+cd^2$ $A=a+b/d$	-135,18 750,89 275,06	5,65 -42,71 -303,19	- 0,65 -	0,96	0,92	$A = 750,89- 42,71d + 0,65d^2$	$\frac{84}{85}$

Примечание: A – возраст, лет; d – диаметр ствола, см; r – коэффициент корреляции; D – коэффициент детерминации

Таблица 6

Уравнения связи высоты древесных пород с диаметром их ствола по Неслунду

№	Древесная порода	Общий вид связи	Значения коэффициентов уравнений связи		Тесноты связи		Итоговое уравнение связи	Средняя высота, м
			a	b	r	D		
1	Дуб черешчатый	$h = \left(\frac{d}{a+bd}\right)^2 + 1,3$	2,38	0,19	0,98	0,95	$h = \left(\frac{d}{2,38+0,19d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{17}{16}$
2	Ольха черная		3,14	0,15	0,99	0,99	$h = \left(\frac{d}{3,14+0,15d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{15}{15}$
3	Берёза повислая		1,43	0,21	0,99	0,97	$h = \left(\frac{d}{1,43+0,21d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{16}{15}$
4	Рябина обыкновенная		2,26	0,17	0,97	0,94	$h = \left(\frac{d}{2,26+0,17d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{14}{13}$
5	Берёза пушистая		1,11	0,22	0,97	0,95	$h = \left(\frac{d}{1,11+0,22d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{15}{15}$
6	Ольха серая		2,08	0,01	0,98	0,96	$h = \left(\frac{d}{2,08+0,01d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{18}{17}$
7	Осина		1,62	0,19	0,99	0,99	$h = \left(\frac{d}{1,62+0,19d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{19}{19}$
8	Ива козья		2,37	0,14	0,99	0,95	$h = \left(\frac{d}{2,37+0,14d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{8}{9}$
9	Сосна обыкновенная		11,83	0,04	0,99	0,81	$h = \left(\frac{d}{11,83+0,04d}\right)^2 + 1,3$	$\frac{17}{16}$

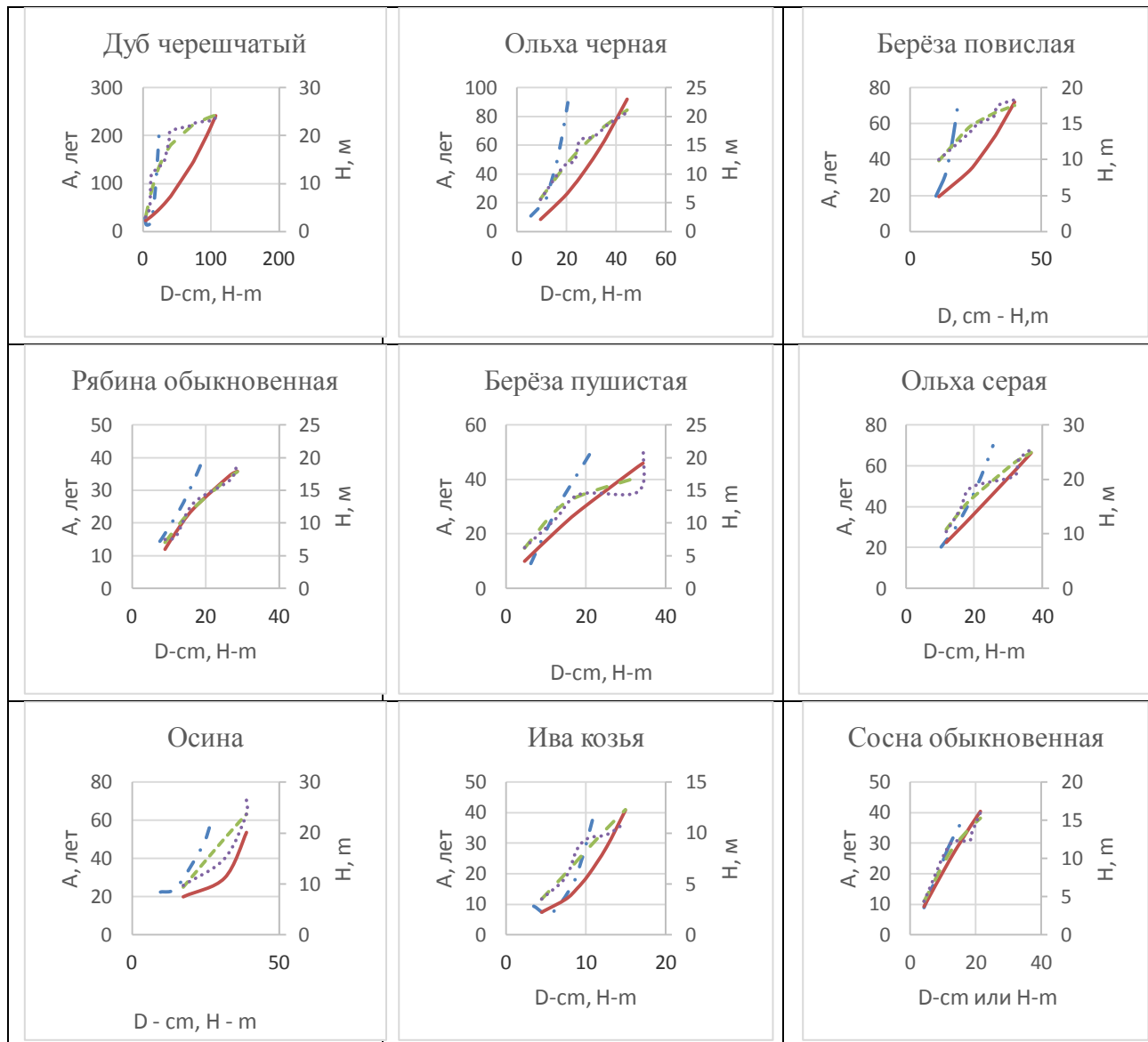


Рис. 1. Графики связи высот и диаметров различных видов древесных растений, измеренных в натуре и рассчитанные по математическим моделям

**Вывод.** Зеленые насаждений в парке «Дубки» Санкт-Петербурга представлены как аборигенными древесными породами (береза повислая и пушистая, ольха черная, рябина обыкновенная), так и интродуцентами (дуб черешчатый, вяз гладкий, липа мелколистная и другие). Парк формировался 300 лет назад как объект широколиственных дубовых насаждений. В настоящее время экземпляров дуба черешчатого первичных посадок не сохранилось. Сохранились деревья дуба более поздних лет посадки. Появилось много других видов древесных

растений, появившихся семенным или вегетативным путем, чистое дубовое насаждение переформировалось в смешанное.

По результатам инвентаризации насаждений в парке «Дубки» нами получена база данных дендрометрических показателей деревьев различных пород. С использованием этой базы данных нами рассчитаны математические модели связи возраста деревьев с их диаметром и высотой. Для расчета дендрометрических показателей деревьев рекомендуем использовать уравнение параболы, так как эта

модель характеризуется более тесной связью, чем линейная и гиперболическая зависимости.

Достаточно высокая теснота связи между высотами и диаметрами деревьев отмечается и по уравнению Неслунда. Причем коэффициенты корреляции и детерминации близки для всех исследуемых нами породами. По результатам проделанной научной работы получены прогнозные уравнения, с помощью которых можно рассчитывать высоты деревьев, измерив лишь только их диаметры. Расчеты можно проводить для всех древесных по-

род, произрастающих в однородных лесорастительных условиях парка «Дубки».

Полученные результаты исследований можно использовать в учебном процессе студентов по дисциплинам «Рекреационное лесоводство» и «Дендрометрия», а также в практике садово-паркового хозяйства, при инвентаризации зеленых насаждений Санкт-Петербурга, произрастающих в схожих лесорастительных условиях. Эти зависимости справедливы для древесных пород, произрастающих в условиях климата Санкт-Петербурга.

### Библиографический список

1. Ковязин, В. Ф. Информационно-аналитические технологии кадастра растительных ресурсов Санкт-Петербурга [Текст] / В. Ф. Ковязин, М. Е. Скачкова // СПб-каталог.рф. – 2015. – С. 77-78.
2. Ковязин, В. Ф. К методике исследования городских насаждений [Текст] / В. Ф. Ковязин, Т. Л. Нгуен // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2015. – № 6. – С. 58-59.
3. Кузьмичев, В. В. Обобщенная зависимость высот от диаметров в сосновых древостоях [Текст] / В. В. Кузьмичев, А. Г. Неповинных // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – № 41 (7). – 49 с.
4. Avery, T. E. Forest measurements [Text] / T. E. Avery, H. E. Burkhardt. – 3rd ed. – New York: McGraw-Hill Book Co, 1975. – P. 58-59.
5. Näslund, M. Anzahl der Probestämme und die Genauigkeit der Höhenkurve [Text] / M. Näslund // Meddelanden fran statens skogsforsöksanstalt. – 1929. – Vol. 25/3. – S. 170.
6. Thomasius, H. O. Ableitung eines Verfahrens zur Berechnung der ertragskundlich optimalen Bestandesdichte [Text] / H. O. Thomasius // In. Beitr. Forst. – Berlin, 1978. – S. 35-36.
7. Vũ Tiên Hinh, V. Điều tra rừng [Text] / V. Vũ Tiên Hinh, P. Pham Ngọc Giao // Việt Nam, nhà xuất bản Nông nghiệp. – 1997– tr10.
8. Vu Tien Hinh, V. Die Mathematische Formuleitung der Entwicklung von Durchmesser - Verteilung gleichaltriger Reinbestaende [Text] / V. Vu Tien Hinh // Diss A. TU Dresden. – 1982. – S. 40.
9. Wenk, G. Zuwachspronosen Vorratsfortschreibung und Aufstellung bestandesindividueller Ertragstafeln mit Hilfe von Wachstumsmultiplikatoren [Text] / G. Wenk // Diss. Z. TU Dresden 21. – 1972. – S. 1247-1249.
10. Zimmermann, R. Herleitung eines Ertragstafelmodells fuer die Volumenentwicklung und seine ueberpruefung an den Aufnahmeergebnissen von Versuchsund Probeflaechen [Text] // Diss. A., TU Dresden – Sektion Forstwirtschaft. Tharandt. 1974. – S. 140.

### References

1. Kovyazin V. F. *Informatsionno-analiticheskiye tekhnologii kadastra rastitel'nykh resursov Sankt-Peterburga* [Information – analytical technologies of inventory of plant resources of Saint-Petersburg] / V. F. Kovyazin, M. E. Skachkova // SaintPetersburg-directory. – 2015 – P. 77-78 (In Russian).
2. Kovyazin V. F. *K metodike issledovaniya gorodskikh nasazhdeniy* [Technique of investigation of urban spaces] / V. F. Kovyazin, T. L. Nguyen // IVUZ Forestry journal. – 2015. – №. 6. – P. 58-59 (In Russian).



3. Kuzmichev V. V. *Obobshchennaya zavisimost' vysot ot diametrov v sosnovykh drevostoyakh*[Generalized dependence of the heights of the diameters in pine forest stands] / V. V. Kuzmichev, A. G. Nevinny // The scientific journal of the Kuban state agrarian University. – 2008. – № 41 (7) – 49 p. (In Russian).

4. Avery, T. E. *Forest measurements* / T. E. Avery, H. E. Burkhardt. – 3rd ed. – New York: McGraw-Hill Book Co, 1975. – P. 58-59.

5. Näslund, M. *Anzahl der Probestämme und die Genauigkeit der Höhenkurve* / M. Näslund // *Meddelanden fran statens skogsforsöksanstalt*. – 1929. – Vol. 25/3. – S. 170.

6. Thomasius, H. O. *Ableitung eines Verfahrens zur Berechnung der ertragskundlich optimalen Bestandesdichte* / H. O. Thomasius // *In. Beitr. Forst*. – Berlin, 1978. – S. 35-36.

7. Vũ Tiến Hinh, V. *Điều tra rừng* / V. Vũ Tiến Hinh, P. Pham Ngọc Giao // *Việt Nam, nhà xuất bản Nông nghiệp*. – 1997– tr10.

8. Vu Tien Hinh, V. *Die Mathematische Formuleitung der Entwicklung von Durchmesser - Verteilung gleichaltriger Reinbestaende* / V. Vu Tien Hinh // *Diss A. TU Dresden*. – 1982. – S. 40.

9. Wenk, G. *Zuwachsprognosen Vorratsfortschreibung und Aufstellung bestandesindividueller Ertragstafeln mit Hilfe von Wachstumsmultiplikatoren* / G. Wenk // *Diss. Z. TU Dresden 21*. – 1972. – S. 1247-1249.

10. Zimmermann, R. *Herleitung eines Ertragstafelmodells fuer die Volumenentwicklung und seine ueberpruefung an den Aufnahmeergebnissen von Versuchsund Probeflaechen* // *Diss. A., TU Dresden – Sektion Forstwirtschaft. Tharandt*. 1974. – S. 140.

### Сведения об авторах

*Ковязин Василий Федорович* – профессор кафедры инженерной геодезии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», доктор биологических наук, профессор, г Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: vfkedr@mail.ru

*Нгуен Тхи Тхюи* – аспирантка ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: thuynguyenltu@gmail.com

### Information about authors

*Kovyazin Vasily Fedorovich* – Professor, Department of engineering sureying, Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Saint-Petersburg Mining University", DSc in biology, Professor, Saint Petersburg, Russian Federation; e-mail: vfkedr@mail.ru

*Nguyen thi Thuy* – Graduate student, Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Saint-Petersburg state of forestry technical University named after S. M. Kirov", Saint Petersburg, Russian Federation; e-mail: thuynguyenltu@gmail.com