

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»**

**В. М. ЕФИМЕНКО**

**ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
по выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности  
1-75 01 01 «Лесное хозяйство»**

**Гомель 2007**

УДК 630.2(075.8)  
ББК 43.6 Л73  
Е-911

Рецензент:

кафедра лесохозяйственных дисциплин учреждения  
образования «Гомельский государственный университет имени  
Франциска Скорины»

Рекомендовано к изданию на заседании научно-методического со-  
вета учреждения образования «Гомельский государственный универ-  
ситет имени Франциска Скорины»

Ефименко, В. М.

Е-911

Лесная таксация : Практическое пособие по  
выполнению лабораторных работ для студентов  
специальности 1-750101 «Лесное хозяйство» /  
В. М. Ефименко; М-во обр. РБ,  
Гомельский государственный университет им Ф. Скорины.–  
Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007 – 80с.

Целью подготовки практического пособия является оказание помощи  
студентам в овладении теоретическими основами курса «Лесная такса-  
ция» и применении их на лабораторных занятиях и самостоятельной  
работе.

Практическое пособие адресовано студентам специальности 1-75 01  
01 «Лесное хозяйство».

УДК 630.2(075.8)  
ББК 43.6 Л73

© Ефименко В. М., 2007  
© УО «ГГУ им.Ф.Скорины», 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Тема 1 Основные понятия о измерениях проводимых в лесу	5
Тема 2 Таксация отдельного дерева.....	13
Тема 3 промышленные сортименты получаемые из ствола.....	19
Тема 4 Таксация насаждений .....	24
Тема 5 Строение древостоя элемента леса .....	30
Тема 6 Таксация прироста деревьев и насаждений .....	34
Тема 7 Таксация лесного и лесосечного фонда.....	55
Литература.....	61
Приложение А.....	62
Приложение Б.....	63
Приложение В.....	64
Приложение Г.....	65
Приложение Д.....	66
Приложение Е.....	67
Приложение Ж.....	68
Приложение З.....	69
Приложение И.....	70
Приложение К.....	71
Приложение Л.....	72
Приложение М.....	73
Приложение Н.....	74
Приложение О.....	75
Приложение П.....	78
Приложение Р.....	79
Приложение С.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Переход лесного хозяйства Республики Беларусь на самоокупаемость и самофинансирование требует решения задач связанных с организацией систем его ведения, успешное решение которых возможно при условии высококачественной подготовки специалистов.

Специалист лесного хозяйства должен оценивать деревья в лесу не только в качестве источника ресурсов, но и уметь выявлять их роль в средообразующих процессах, формализуя их в статистических и математических взаимосвязях и моделях.

Лабораторные занятия являются составной частью учебного процесса при подготовке специалистов, проводятся согласно учебным планам в сроки, соответствующие графику учебного процесса.

В пособии приводится краткое содержание понятий основных тем курса «Лесная таксация», цели и хода выполнения лабораторных работ, а также вопросы для самоконтроля.

## **ТЕМА 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ИЗМЕРЕНИЯХ ПРОВОДИМЫХ В ЛЕСУ**

- 1 Определение площади поперечного сечения древесного ствола.
- 2 Определение объема древесного ствола различными методами.

### ***Основные понятия по теме***

#### ***Определение площади поперечного сечения древесного ствола.***

Ознакомление с расчетом параметров древесного ствола проводится с нахождения площади поперечного сечения ствола по различным формулам и проведение их сравнения.

Вычисленные площади сечения суммируются, находится отклонение результатов вычисления по различным формулам в процентах, при этом за 100% принимается сумма площадей сечения, вычисленная по формуле эллипса.

По полученным результатам делается вывод о более точном способе определения площади сечения ствола путем проведения статистической обработки вычисленных площадей сечений.

Находится точность учета площади сечения дерева и определяется необходимое число замеров параметров ствола на основе данных изменчивости.

#### ***Определение объема древесного ствола различными методами.***

##### ***По упрощенным формулам (Б. А. Шустова, Денцина).***

Объем ствола по формуле Б. А. Шустова определяется следующим образом:

$$V = 0,534 \cdot D_{1.3} \cdot d_{1/2} \cdot H ,$$

где  $D_{1.3} \cdot d_{1/2}$  - диаметр на высоте груди и на половине длины ствола.

При расчете по этой формуле значения диаметров выражают в метрах, объем получается в м<sup>3</sup>.

$$V=0,534 \cdot 0,247 \cdot 0,156 \cdot 29,9=0,6152 \text{ м}^3$$

Для приближенного определения объема ствола существует формула Денцина:  $V = 0.001 \cdot D^2_{1.3}$ ,

где  $D^2_{1.3}$  - квадрат диаметра на высоте груди в см.

Формула дает удовлетворительные результаты для стволов высотой около 25 метров. В остальных случаях на каждый недостающий или лишний метр высоты полученные объемы корректируются на  $\pm 3-5\%$ .

**По формулам с использованием площадей сечений по отдельным секциям ствола.**

*Определение объема по срединному сечению ствола (формула Губера).*

В практике лесной таксации широкое применение получила простая формула срединного сечения:  $V = \gamma \cdot H$ ,

где:  $V$  – объем древесного ствола;

$\gamma$  – площадь поперечного сечения на середине длины ствола;

$H$  – общая длина ствола.

Допустим, требуется определить объем ствола длиной 29,9 м, диаметр которого на середине длины равен 16,6 см, этому диаметру соответствует площадь поперечного сечения, равная 0,0216 м<sup>2</sup> ( $3,142 \cdot 16,6 \cdot 16,6 / 4 \cdot 0,0001$ ).

Подставляя полученные значения в формулу, находим:

$$V = 0,0216 \cdot 29,9 = 0,6458 \text{ м}^3$$

$$V_{10 \text{ лет назад}} = 0,0097 \cdot 27,7 = 0,2687 \text{ м}^3$$

*Определение объема по двум сечениям ствола (формула Смалиана).*

Объем ствола определяют по простой формуле двух сечений:

$$V = \left( \frac{g_{0,2} + g_{0,8}}{2} \right) \cdot H,$$

где  $\frac{(g_{0,2} + g_{0,8})}{2}$  – полусумма площадей сечений на 0,2 и 0,8 общей длины ствола, которая находится по диаметрам полученных путем интерполяции на 0,2 и 0,8 высоты ствола.

Допустим, требуется определить объем древесного ствола, общая длина которого 29,9 м, а диаметры на 0,2 длины, то есть на 6 м от комля, и на 0,8 длины, то есть 24 м. – 20,5 см и 11,6 см соответственно. Площади сечения в этом случае равны – 0,0328 м<sup>2</sup> и 0,0106 м<sup>2</sup>. Подставляя в формулу эти значения, получим следующие результаты:

$$V = ((0,0328 + 0,0106) / 2) \cdot 29,9 = 0,6488 \text{ м}^3.$$

*Определение объема по сечению на 1/3 высоты ствола (формула Госфельда).*

Объем ствола по сечению на 1/3 высоты определяется по формуле:

$$V = 0,75 \cdot g_{1/3} \cdot H,$$

где  $g_{1/3}$  – площадь сечения на 1/3 высоты от комля;

$H$  – общая длина ствола.

Объем ствола длиной 29,9 м и диаметром на 1/3 высоты ствола 22,4 см по формуле определится:

$$V = 0,75 \cdot 0,0394 \cdot 29,9 = 0,8835 \text{ м}^3$$

*Определения объема дерева по срединным сечениям на отрезках ствола различной длины (сложная формула Губера):*

$$V = h \cdot (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n) + 1/3 \cdot g_n \cdot l,$$

где  $h$  – длина секции;

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$  – площади поперечного сечения посередине секций;

$g_n$  – площадь сечения основания вершины;

$l$  – длина вершины.

При использовании формулы ствол предварительно размечается на секции и определяется площадь сечения на середине каждой из них. Затем суммируются площади и сумма умножается на длину секции.

Крайний вершинный отрезок при разметке может быть больше или меньше предыдущих. В таких случаях объем его определяют по формуле объема конуса или по формуле параболоида, то есть по площади срединного сечения.

Подставив найденные площади сечений (см таблицу) в формулу срединного сечения, получим объем всего ствола – 0,6487 в/к и 0,5644 б/к, м<sup>3</sup>.

*Определение объема ствола по формуле Симпсона:*

$$V = h/6 \cdot [g_0 + g_n + 2 \cdot (g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1}) + 4 \cdot (\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n + 1/3 \cdot g_n \cdot l)],$$

где  $h$  – длина секции (чаще всего 2 м);

$g_0, g_1, \dots, g_n$  – площади сечений на четных метрах;

$\gamma_1; \gamma_2; \dots, \gamma_n$  – площади сечений на нечетных метрах;

$l$  – длина вершины.

Подставив, соответствующие площади сечения в формулу получаем значения объемов: ствол в коре – 0,6530; ствол без коры – 0,5690. Для определения объема коры необходимо из объема ствола в коре вычесть объем ствола без коры. Упрощенные формулы не могут применяться для вычисления объема коры, так как они не учитывают изменение ее толщины с высотой.

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Охарактеризовать лесотаксационные приборы и их применение.
- 2 Охарактеризуйте процесс определения объемов стволов по формуле Б. А. Шустова.
- 3 Охарактеризуйте процесс определения объемов стволов по формуле Симпсона
- 4 Охарактеризуйте процесс определения объемов стволов по формуле Денцина

## Лабораторная работа

**Материалы и оборудование:** данные замеров модельных деревьев; миллиметровка; калькуляторы или ПЭВМ.

**Цель.** Определение объема ствола различными способами

### Ход работы

#### 1 Определение площади поперечного сечения древесного ствола.

Исходными данными для выполнения задания являются замеры диаметров 15 стволов на высоте груди.

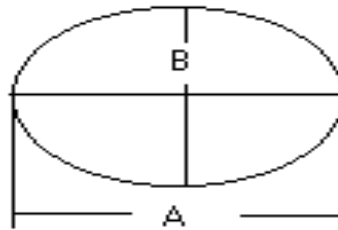


Схема замеров диаметра на поперечном сечении ствола дерева

Получив бланк задания, студент переносит свой вариант цифрового ряда в соответствующие графы приведенной таблицы и проводит вычисление площадей поперечных сечений различными способами.

	Диаметр А	Диаметр В	$S = \pi \cdot \left(\frac{A}{2}\right) \cdot \left(\frac{B}{2}\right)$	$S = \pi \cdot \left(\frac{A^2}{4}\right)$	$S = \pi \cdot \left(\frac{B^2}{4}\right)$	$S = \frac{\pi \cdot \left(\frac{A+B}{2}\right)^2}{4}$
1	42,1	39,9	1319,30	1392,05	1250,36	1320,25
2	37,8	36,5	1083,61	1122,21	1046,35	1083,95
3	40,5	37,6	1196,00	1288,25	1110,36	1197,66
4	28,4	27,6	615,63	633,47	598,28	615,75
5	30,0	24,8	584,34	706,86	483,05	589,65
6	53,6	51,5	2168,01	2256,42	2083,07	2168,88
7	28,6	27,0	606,48	642,42	572,56	606,99
8	29,6	28,5	662,56	688,13	637,94	662,80
9	45,6	43,0	1540,01	1633,13	1452,20	1541,34
10	27,0	25,0	530,14	572,56	490,87	530,93
11	39,5	35,1	1088,92	1225,42	967,62	1092,72
12	24,5	26,0	500,30	471,44	530,93	500,74
13	39,1	37,6	1154,66	1200,72	1110,36	1155,10
14	42,5	44,5	1485,38	1418,63	1555,28	1486,17
15	29,0	30,0	683,30	660,52	706,86	683,49
	Сумма		15218,65	15912,21	14596,11	15236,41
	Отклонения		100 %	104,56	95,91	100,12



Выполнение задания осуществляется в двух вариантах:

А) проводится статистическая обработка полученных рядов площади сечения с получением коэффициента варьирования  $C$  в %.

Среднее	1015,76
Стандартная ошибка	123,9615
Стандартное отклонение	480,10
Коэффициент варьирования	47,26
Точность замеров	12,2

Затем делается расчет необходимого количества замеров площади сечения ствола для получения заданной точности определения показателя - 5% по формуле:

$$N = \frac{C^2}{5^2}$$

Необходимое число замеров площади сечения ствола при принятой точности 5 % 89

Б) На основе показателей вариации ( $C$ ) приведенных в таблице проводится расчет необходимого числа замеров диаметров, высот для получения 5 % точности учета.

Показатели варьирования таксационных показателей

Таксационные показатели	Коэффициент варьирования $C$
высота деревьев в составе древостоя, Н	8-12
высота деревьев в пределах ступеней толщины, Н, м	4-5
диаметры деревьев в составе древостоя, Д	35-40
диаметры деревьев в пределах ступеней толщины Д, см.	6-8

## **2 Определение площади поперечного сечения ствола по грациям его длины.**

Для определения площади поперечного сечения ствола по грациям его длины студент, получив бланк с данными замеров модельного дерева, переносит свой вариант цифрового ряда в соответствующие графы приведенной таблицы и проводит вычисление площадей поперечных сечений по грациям длины ствола.

Возраст дерева – 80 лет

Высота 29,9 м

Высота 10 лет назад 27,7 м  
Протяженность кроны – 25%

	Средние замеры диаметра ствола по градациям его длины, см																
	0	1	1,3	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
в коре	26,3	26	24,7	22,4	21	19,9	18,8	17,7	16,6	15,6	14,7	14	13,2	12,4	10,8	8,3	4,8
$G, M^2$	0,0543	0,0531	0,0479	0,0394	0,0346	0,0311	0,0278	0,0246	0,0216	0,0191	0,0170	0,0154	0,0137	0,0121	0,0092	0,0054	0,0018
б/коры	24,1	23	22	20,1	19,3	18,7	17,9	16,9	15,9	15	14,1	13,5	12,7	11,9	10,3	7,8	4,3
$G, M^2$	0,0456	0,0415	0,0380	0,0317	0,0293	0,0275	0,0252	0,0224	0,0199	0,0177	0,0156	0,0143	0,0127	0,0111	0,0083	0,0048	0,0015
10 лет назад	20,6	19,5	18,6	17	15,6	14,5	13,7	12,9	11,8	10,4	9,1	8	6	5,2	3,7	2,2	1,2
$G, M^2$	0,0333	0,0299	0,0272	0,0227	0,0191	0,0165	0,0147	0,0131	0,0109	0,0085	0,0065	0,0050	0,0028	0,0021	0,0011	0,0004	0,0001

**3 Определение объема ствола упрощенными способами Денцина, Шустова.** На основании данных модельного дерева и приведенных формул проводят соответствующие расчеты.

**4 Определение объема древесного ствола по формуле Губера, Госфельда, формуле Симпсона**

Исходными данными для выполнения задания служат замеры диаметров древесного ствола в коре и без коры на середине двухметровых секций, замеры у корневой шейки, на высоте груди (1,3м) и общей длины (высоты).

Материалы замеров диаметра студенты получают от руководителя и переносят в соответствующие графы таблицы.

Выполнение задания начинается с определения промежуточных диаметров на четных метрах, установленных путем интерполяции двух смежных диаметров на нечетных высотах.

После этого определяются площади сечений по величине диаметра в коре и без коры. Их значения заносятся в графы таблицы. После этого приступают к определению объема древесного ствола по различным формулам.

Полученные расчетные показатели площади сечений представляются в виде таблицы.

Гра- да- ции дли ны, м	Ствол в коре			Ствол без коры			Ствол 10 лет назад		
	диа- метр, см	площадь сече- ния		диа- метр, см	площадь сечения		диа- метр, см	площадь сече- ния	
		чет- ных, м <sup>2</sup>	нечет- чет- ных, м <sup>2</sup>		четных, м <sup>2</sup>	чет- ных, м <sup>2</sup>		чет- ных, м <sup>2</sup>	чет- ных, м <sup>2</sup>
0	26,3	0,0543		24,1	0,0456		20,6	0,0333	
1	26,0		0,0531	23		0,0415	19,5		0,0299
1,3	24,7		0,0479	22,0		0,0380	18,6		0,0272
2	24,2	0,0463		21,6	0,0366		18,3	0,0262	
3	22,4		0,0394	20,1		0,0317	17,0		0,0227
4	21,7	0,0370		19,7	0,0305		16,3	0,0209	
5	21,0		0,0346	19,3		0,0293	15,6		0,0191
6	20,5	0,0329		19,0	0,0284		15,1	0,0178	
7	19,9		0,0311	18,7		0,0275	14,5		0,0165
8	19,4	0,0295		18,3	0,0264		14,1	0,0156	
9	18,8		0,0278	17,9		0,0252	13,7		0,0147
10	18,3	0,0262		17,4	0,0238		13,3	0,0139	
11	17,7		0,0246	16,9		0,0224	12,9		0,0131
12	17,2	0,0231		16,4	0,0212		12,4	0,0120	
13	16,6		0,0216	15,9		0,0199	11,8		0,0109
14	16,1	0,0204		15,5	0,0188		11,1	0,0097	
15	15,6		0,0191	15		0,0177	10,4		0,0085
16	15,2	0,0181		14,6	0,0167		9,8	0,0075	
17	14,7		0,0170	14,1		0,0156	9,1		0,0065
18	14,4	0,0162		13,8	0,0150		8,6	0,0057	
19	14,0		0,0154	13,5		0,0143	8,0		0,0050
20	13,6	0,0146		13,1	0,0135		7,0	0,0038	
21	13,2		0,0137	12,7		0,0127	6,0		0,0028
22	12,8	0,0129		12,3	0,0119		5,6	0,0025	
23	12,4		0,0121	11,9		0,0111	5,2		0,0021
24	11,6	0,0107		11,1	0,0097		4,5	0,0016	
25	10,8		0,0092	10,3		0,0083	3,7		0,0011
26	9,6	0,0073		9,1	0,0066		3,0	0,0007	
27	8,3		0,0054	7,8		0,0048	2,2		0,0004
28	6,6	0,0036		6,1	0,0032		1,7	0,0002	
29	4,8		0,0018	4,3		0,0015	1,2		
Сумма, м <sup>2</sup>		0,2985	0,3259		0,262	0,2835		0,1318	0,1533
Объем ствола, м <sup>3</sup>			0,6530			0,5690			0,3040
Объем коры, м <sup>3</sup>			0,0840						

Данные модельного дерева для определения объема ствола

(по срединному сечению отрезков ствола - сложная формула Губера)

Длина ствола, м	Параметры теперь в коре			Параметры теперь без коры			Параметры 10 назад без коры		
	диаметр ствола, см	площадь сечения, м <sup>2</sup>	объем 2- х м. секций, м <sup>3</sup>	диа- метр ство- ла, см	п лощадь сече- ния, м <sup>2</sup>	объем 2- х м. секций, м <sup>3</sup>	диа- метр ство- ла, см	пл ощадь сече- ния, м <sup>2</sup>	объем 2- х м. секций, м <sup>3</sup>
29,9			0,0005		верши- на	0,0004			
29	4,8	0,0018		4,3	0,0014		1,2		
28	6,6	0,0036		6,1	0,0032		1,7	0,0002	
27	8,3	0,0054	0,0108	7,8	0,0048	0,0096	2,2	0,0004	0,0008
26	9,6	0,0073		9,1	0,0066		3,0	0,0007	
25	10,8	0,0092	0,0184	10,3	0,0083	0,0166	3,7	0,0011	0,0022
24	11,6	0,0107		11,1	0,0097		4,5	0,0016	
23	12,4	0,0121	0,0242	11,9	0,0111	0,0222	5,2	0,0021	0,0042
22	12,8	0,0129		12,3	0,0119		5,6	0,0025	
21	13,2	0,0137	0,0274	12,7	0,0127	0,0254	6,0	0,0028	0,0057
20	13,6	0,0146		13,1	0,0135		7,0	0,0038	
19	14	0,0154	0,0308	13,5	0,0143	0,0286	8,0	0,0050	0,0101
18	14,4	0,0162		13,8	0,0150		8,6	0,0058	
17	14,7	0,0170	0,0340	14,1	0,0156	0,0312	9,1	0,0065	0,0130
16	15,2	0,0181		14,6	0,0167		9,8	0,0075	
15	15,6	0,0191	0,0382	15,0	0,0177	0,0354	10,4	0,0085	0,0170
14	16,1	0,0204		15,5	0,0188		11,1	0,0097	
13	16,6	0,0216	0,0432	15,9	0,0199	0,0398	11,8	0,0109	0,0219
12	17,2	0,0231		16,4	0,0212		12,4	0,0121	
11	17,7	0,0246	0,0492	16,9	0,0224	0,0448	12,9	0,0131	0,0261
10	18,3	0,0262		17,4	0,0238		13,3	0,0139	
9	18,8	0,0278	0,0556	17,9	0,0252	0,0504	13,7	0,0147	0,0295
8	19,4	0,0295		18,3	0,0264		14,1	0,0156	
7	19,9	0,0311	0,0622	18,7	0,0275	0,0550	14,5	0,0165	0,0330
6	20,5	0,0329		19,0	0,0284		15,1	0,0179	
5	21	0,0346	0,0692	19,3	0,0293	0,0586	15,6	0,0191	0,0382
4	21,7	0,037		19,7	0,0305		16,3	0,0209	
3	22,4	0,0394	0,0788	20,1	0,0317	0,0634	17,0	0,0227	0,0454
2	24,2	0,0463		21,6	0,0366		18,3	0,0263	
1	26	0,0531	0,1062	23,0	0,0415	0,0830	19,5	0,0299	0,0597
0	26,3	0,0543		24,1	0,0456		20,6	0,0333	
Сумма			0,6487			0,5644			0,3068

## ТЕМА 2 ТАКСАЦИЯ ОТДЕЛЬНОГО ДЕРЕВА.

- 1 Таксация отдельного дерева
- 2 Определение поверхности и образующей древесного ствола.

### *Основные понятия по теме*

**Таксация отдельного дерева.** Нахождение параметров формы древесного ствола проводится как для отдельных деревьев, так и их совокупностей в насаждении. Они изучаются методическими приемами, имеющими свои специфические отличия.

Деревья, подобранные в насаждении по средним показателям диаметра, высоты называют модельными деревьями. По ним определяются показатели формы ствола (видовое число, коэффициент формы, прирост и т. д.)

**Сбег ствола** – это изменение величины диаметра ствола на единицу длины. Его величина в разных частях одного и того же ствола различна: наименьшая – в средней части ствола, наибольшая – в области корневых наплывов и верхней части ствола.

Сбег может быть абсолютным или относительным. Абсолютный сбег определяется разностью величины диаметров, отстоящих один от другого на расстоянии 1 м. Допустим, что толщина ствола на расстоянии 1 м от комля 25 см, а на расстоянии 2 м от комля 24 см. Разность между двумя диаметрами, равна 1 см. Она определяет абсолютный сбег на данном участке ствола.

При определении относительного сбega толщину ствола на высоте груди принимают за 100%, а все остальные диаметры, измеряемые на различных высотах, выражают в процентах от диаметра на высоте груди.

При оценке различий в сбеге у отдельных бревен принято устанавливать средний сбег. Средний сбег  $S_{cp}$  представляет разность между диаметром в нижнем  $D_n$  и верхнем  $D_v$  отрезках, разделенную на длину бревна  $L$ : 
$$S_{cp} = \frac{D_n - D_v}{L}.$$

Исходными данными для определения сбega древесного ствола являются показатели модельного дерева из предыдущего задания. Уменьшение диаметров через 2 м определяется путем последовательного вычитания диаметров на различных высотах.

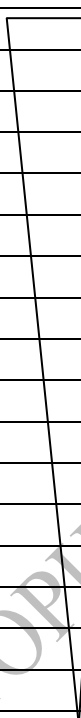
Величина среднего сбega для всего ствола определяется разностью диаметров на  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{3}{4}$  высоты, деленной на половину длины ствола.

**Коэффициентом формы** называется соотношение величин диаметра ствола, обычно у шейки корня, на 0,25, на 0,5 и на 0,75 всей длины ствола, и диаметра на высоте груди.

$$q_0 = d_0 / d_{1,3}; q_1 = d_{0,25} / d_{1,3}; q_2 = d_{0,5} / d_{1,3}; q_3 = d_{0,75} / d_{1,3}.$$

Коэффициенты формы являются показателями полнодревесности ствола. Средние значения коэффициента формы  $q_2$  ( $q_{0,5}$ ) для сосны – 0,67; ели и осины – 0,70; дуба – 0,68; березы – 0,66.

По данным модельного дерева из предыдущей лабораторной работы рассчитать коэффициенты формы.

Градации длины ствола	Схема замеров ствола	Диаметр в коре	Разность диаметров	Средний сбег	Относительный сбег, %	Коэффициент формы ствола	
0		26,3			106,5		
1,3		24,7			100	$q_0=1,065$	
2		24,2	2,1	1,05	98,0		
4		21,7	2,5	1,25	87,9		
6		20,5	1,2	0,60	83,0		
(1/4 Н) 7,5		19,7			79,8	$q_{0,25}=1,065$	
8		19,4	1,1	0,55	78,5		
10		18,3	1,1	0,55	74,1		
12		17,2	1,1	0,55	69,6		
14		16,1	1,1	0,55	65,2		
15		15,7			63,6	$q_{0,5}=0,636$	
16		15,2	0,9	0,45	61,5		
18		14,4	0,8	0,40	58,3		
20		13,6	0,8	0,40	55,1		
22		12,8	0,8	0,40	51,8		
(3/4Н)22,5		11,9			48,2	$q_{0,75}=0,482$	
24		11,6	1,2	0,60	47,0		
26		9,6	2	1,00	38,9		
28		6,6	3	1,50	26,7		
30		0	6,6	3,30			
Средний сбег ствола						0,52	
Видовое число						F=0,456	
Видовое число по А. Шиффелю						F=0,424	
Видовое число по М. Е. Ткаченко						F=0,429	

Распространенным **показателем формы ствола является видовое число**, представляющее собой отношение объема ствола к объему цилиндра, имеющего одинаковую высоту со стволом и площадь основания равновеликую с сечением ствола на высоте 1,3 м (высоте груди).

$$F = \frac{V}{(g_{1,3} \cdot H)}$$

Между видовым числом и коэффициентом формы  $q_2$  существует корреляционная связь, которая выражается формулами:

уравнение А. Шиффеля

$$F = 0.14 + 0.66 \cdot q_2^2 + \frac{0.32}{q_2} \cdot H; \quad F = q_2 - C, \text{ где}$$

$C$  – разность между  $q_2$  и  $F$ , равная в среднем следующим постоянным величинам: для сосны – 0,20; ели и липы – 0,21; дуба, осины и черной ольхи – 0,22.

По данным модели и по приведенной формуле рассчитать видовое число.

**Определение объема ствола по таблицам видовых чисел, таблицам объема.**

Объем ствола находится по формуле:

$$V = G \cdot H \cdot F, \text{ где}$$

$G$  – площадь сечения таксируемого дерева на высоте 1,3 м;

$H$  – высота дерева, м;

$F$  – видовое число, определяемое с помощью всеобщих таблиц видовых чисел Ткаченко по высоте и коэффициенту формы  $q_2$  (приложение А) или по формуле А. Шиффеля.

Определение объема ствола по таблице объемов с учетом разряда высот при среднем коэффициенте формы проводится по таблице приведенной в справочнике таксатора и в сокращенном виде в приложении Б.

Полученные результаты оформляется в виде таблицы.

Объем ствола по формуле $GHF$ и видовому числу А. Шиффеля	$V=0,607$
Объем ствола по формуле $GHF$ и видовому числу из таблиц М. Е. Ткаченко	$V=0,614$
Объем ствола по таблице объемов по Д. И. Товстолесу	$V=0,642$

В конце лабораторной работы проводится сопоставление объемов древесного ствола определенных различными способами. Результат, полученный по формуле Симпсона, принимается за 100%, потому что он более полно учитывает объем ствола как геометрического тела вращения (по формуле Ньютона-Рикке).

## Сопоставление расчетных объемов ствола

Определения объема по способу	Величина Объема, в коре, м <sup>3</sup>	Отклонение от способа Симпсона, %
сечения на 1/3 высоты ствола	0,8835	135,3
сечения на 0,2 и 0,8 высоты ствола	0,6488	99,4
среднего сечения 2-х м. секции ствола	0,6487	99,3
сечения на 1/2 высоты ствола	0,6458	98,9
объемных таблиц Д. И. Товстолеса	0,642	98,3
Б. А. Шустова	0,6152	94,2
Денцина	0,6101	93,4
видового числа и таблицам М. Е. Ткаченко	0,614	94,0
видового числа А Шиффеля	0,6070	92,9
Симпсона	0,6530	100

### **Определение поверхности и образующей древесного ствола.**

Для определения *площади боковой поверхности* ствол делят на  $n$  равных частей. Получаемые короткие отрезки можно рассматривать как цилиндры. Боковая поверхность каждого из этих цилиндров равна:

$$S_{ц} = \pi \cdot \delta \cdot l, \text{ где}$$

$\delta$  – диаметр на середине отрезков;

$l$  – длина этих отрезков.

Площадь боковой поверхности вершины ничтожно мала, поэтому ею можно пренебречь, и формула в этом случае примет следующий вид:

$$S_{бок} = \pi \cdot (\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n) \cdot l$$

### *Определение поверхности по диаметру на половине высоты ствола.*

Боковая поверхность параболоида, к которому приравнивается ствол, будет равна  $S = \pi \cdot d \cdot L$

*Расчет образующей ствола модели.* Исследования, проведенные таксаторами в разное время, показали, что форма ствола напоминает различные геометрические фигуры:

комлевая часть - усеченный нейлоид;

короткие отрезки - цилиндр;

основная часть ствола - параболоид второго порядка;

вершина - конус.

Применяя формулы объемов тел вращения (полных и усеченных) для определения объемов каждой из частей и суммируя их, можно смоделировать общий объем ствола.



### Пример расчета поверхности ствола

Градации длины ствола	$\delta$ , см в коре	$\delta$ , см без кору	$\delta$ , см 10 лет назад	$S$ , м <sup>2</sup> в коре	$S$ , м <sup>2</sup> без ко- ры	$S$ , м <sup>2</sup> 10 лет назад
1	26,0	23,0	19,5	1,634	1,445	1,225
3	22,4	20,1	17,0	1,407	1,263	1,068
5	21,0	19,3	15,6	1,319	1,213	0,980
7	19,9	18,7	14,5	1,250	1,175	0,911
9	18,8	17,9	13,7	1,181	1,125	0,861
11	17,7	16,9	12,9	1,112	1,062	0,811
13	16,6	15,9	11,8	1,043	0,999	0,741
15	15,6	15,0	10,4	0,980	0,942	0,653
17	14,7	14,1	9,1	0,924	0,886	0,572
19	14,0	13,5	8,0	0,880	0,848	0,503
21	13,2	12,7	6,0	0,829	0,798	0,377
23	12,4	11,9	5,2	0,779	0,748	0,327
25	10,8	10,3	3,7	0,679	0,647	0,232
27	8,3	7,8	2,2	0,522	0,490	0,138
29	4,8	4,3	0,0	0,302	0,270	
Общая поверхность по секциям				14,841	13,911	9,400
Поверхность по срединному сечению				14,654	14,090	10,269

Образующая форма ствола кривая по отдельным отрезкам подчиняет-

ся уравнению вида:  $R = \sqrt[a]{C \cdot L^b}$ , где

$R$  – радиус сечений ствола;

$L$  – расстояние сечения от вершины ствола;

$a, b, c$  – коэффициенты уравнений.

Если  $a > b$  – , то кривая выпукла (парабола второго порядка).

Если  $a < b$  – , то кривая вогнута (нейлоид).

Вращение такой кривой вокруг оси абсцисс (оси ствола) даёт объемы, отражающиеся параболоидами различных порядков. Радиусы сечений ствола при этом описывают окружности с соответствующими площадями  $g$ . Размер площадей сечений изменяется в зависимости от расстояния по стволу по формуле:

$$G = A + B \cdot L + C \cdot L^2 + D \cdot L^3$$

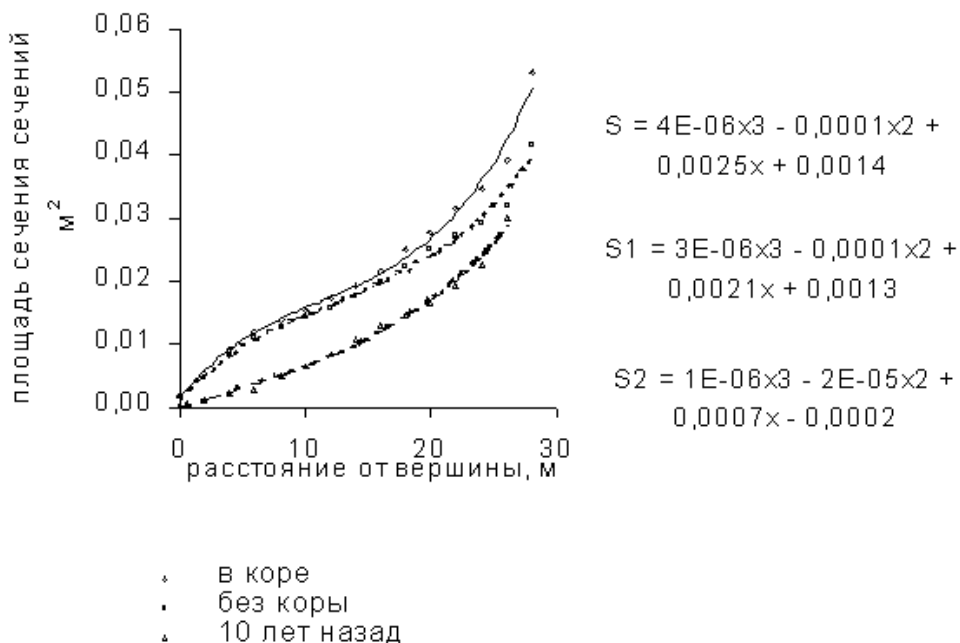
Проведя интегрирование, получим объем древесного ствола в следующем виде:

$$V = \int_0^L (A + B \cdot L + C \cdot L^2 + D \cdot L^3) \cdot dL \quad \text{или} \quad V = A \cdot L + B \cdot L^2 / 2 + C \cdot L^3 / 3 + D \cdot L^4 / 4$$

При выполнении задания необходимо при помощи ПЭВМ и Excel аппроксимировать образующую площадей сечений ствола для выбранной модели параболой третьего порядка и рассчитать объем.

Полученные данные представляются в таблице и на графике.

Образующая площадь сечений древесного ствола



Параметры ствола для построения образующей

Градация длины ствола	Расстояние от вершины, (L)	S, м <sup>2</sup> в коре	S <sub>1</sub> , м <sup>2</sup> без коры	Расстояние от вершины, (L)	S <sub>2</sub> , м <sup>2</sup> 10 лет назад
1	28	0,0531	0,0415	26	0,0299
3	26	0,0394	0,0317	24	0,0227
5	24	0,0346	0,0293	22	0,0191
7	22	0,0314	0,0275	20	0,0165
9	20	0,0278	0,0252	18	0,0147
11	18	0,0249	0,0224	16	0,0131
13	16	0,0216	0,0199	14	0,0109
15	14	0,0191	0,0177	12	0,0085
17	12	0,0172	0,0156	10	0,0065
19	10	0,0154	0,0143	8	0,0050
21	8	0,0137	0,0127	6	0,0028
23	6	0,0121	0,0111	4	0,0021
25	4	0,0092	0,0083	2	0,0011
27	2	0,0055	0,0048	0	0,0004
29	0	0,0018	0,0015		
Объем в коре		0,986164			
Объем без коры			0,6382		
Объем 10 лет назад					0,2514

## Вопросы для самоконтроля

- 1 Охарактеризуйте процесс нахождения объема ствола при помощи образующей.
- 2 Что такое сбег ствола. Как его рассчитать?
- 3 Как определить объем ствола по таблицам видовых чисел?
- 4 Как определить объем ствола по формуле Шиффеля?

### *Лабораторная работа*

**Материалы и оборудование:** данные замеров модельных деревьев; миллиметровка; калькуляторы или ПЭВМ.

**Цель.** Определение объема ствола различными способами

### *Ход работы*

1 На основе основных положений темы и данных модельного дерева найти объем ствола: при помощи образующей ствола, таблицы видовых чисел, при помощи формулы Шиффеля.

## **ТЕМА 3 ПРОМЫШЛЕННЫЕ СОРТИМЕНТЫ ПОЛУЧАЕМЫЕ ИЗ СТВОЛА.**

- 1 Определение объема круглых сортиментов
- 2 Расчет получаемой биомассы.

### *Основные понятия по теме*

**Определение объема круглых сортиментов** проводится по данным модели используемой при расчетах темы 1. На основе сбega древесного ствола рассмотрим разделку его на сортименты. Для представления о размерах ствола и его форме приводится схематический чертеж древесного ствола, который разбивается на сортименты (таблица), определяемые в соответствии с диаметрами по участкам ствола на различной его длине и нормативами стандарта выхода сортиментов, (приложение И). Следует отметить, что диаметры и объемы деловых сортиментов учитывают без коры, а дров – в коре.

Данные модельного дерева для проведения сортировки

Длина ствола, м	Схема разделки ствола	Сортименты	Диаметр ствола, б/к, см	Объем 2-х м. секций, м <sup>3</sup>	Диаметр ствола, в/к, см	Объем 2-х м. секций, м <sup>3</sup>
29,9						
29			4,3	0,0004	4,8	0,0005
28			6,1		6,6	
27			7,8	0,0096	8,3	0,0108
26			9,1		9,6	
25			10,3	0,0166	10,8	0,0184
24			11,1		11,6	
23			11,9	0,0222	12,4	0,0242
22			12,3		12,8	
21			12,7	0,0254	13,2	0,0274
20			13,1		13,6	
19			13,5	0,0286	14	0,0308
18			13,8		14,4	
17			14,1	0,0312	14,7	0,0340
16			14,6		15,2	
15			15,0	0,0354	15,6	0,0382
14			15,5		16,1	
13			15,9	0,0398	16,6	0,0432
12			16,4		17,2	
11			16,9	0,0448	17,7	0,0492
10			17,4		18,3	
9			17,9	0,0504	18,8	0,0556
8			18,3		19,4	
7			18,7	0,0550	19,9	0,0622
6			19,0		20,5	
5			19,3	0,0586	21	0,0692
4			19,7		21,7	
3			20,1	0,0634	22,4	0,0788
2			21,6		24,2	
1			23,0	0,0830	26	0,1062
0		24,1		26,3		
				0,5644		0,6487

После условной разделки (раскряжевки) ствола необходимо вычислить объемы сортиментов, дров и отходов. Объем сортиментов (без коры) и дров (с корой) определяется по формуле срединного сечения и по табли-

цам объемов круглых лесоматериалов по ГОСТ2708-75. В объем отходов входит кора деловых сортиментов и объем вершины.

Полученные объемы сравниваются. За 100% принимается объем сортиментов, найденный по формуле срединного сечения. Затем делается сравнительный вывод о точности учета получаемых сортиментов.

#### Пример расчета выхода сортиментов

Виды сортиментов	Величина объема по способу срединного сечения, м <sup>3</sup>	Величина объема по таблицам круглых лесоматериалов, м <sup>3</sup>	Отклонение от способа срединного сечения, %
Пиловочник	0,3552	0,375	+5,6%
Стройбревно	0,1350	0,140	+3,7%
Баланс	0,0642	0,063	-1,6%
Рудстойка	-	-	
Итого	0,5544	0,578	+4,3%
Дрова в/коре, б/к	0,0108 (0,0096)	0,0088	-18,8%
Вершина в/к, б/к	0,0005 (0,0004)		
Кора	0,0843		
Всего	0,6487		

**При таксации объема круглых лесных материалов** используют данные обмера бревен по верхним отрезам. При определении номинальной толщины лесоматериалов поступают следующим образом:

а) при толщине деловых лесоматериалов менее 14 см фактическую толщину округляют до целого числа, при этом доли менее 0,5 см не учитывают, а доли 0,5 см и более приравнивают к большему целому числу;

б) при толщине круглых лесоматериалов 14 см и более фактическую толщину округляют до четного числа, при этом доли менее ближайшего целого нечетного числа не учитывают, а целое нечетное число и доли более нечетного округляют до большего целого числа.

Пример: при Дф=12,5 см; Дн=13 см  
 при Дф=12,3 см; Дн=12 см;  
 при Дф=12,7 см; Дн=13 см;  
 при Дф=24,3 см; Дн=24 см;  
 при Дф=24,5 см; Дн=24 см;  
 при Дф=25,0 см; Дн=26 см;  
 при Дф=25,4 см; Дн=26 см.

Объемы бревен определяют по ГОСТ 2708-75. Для этого по диаметру в верхнем отрезе и длине определяют объем одного бревна и перемножив на число бревен в ступени толщины, получают объемы всех бревен в

ступени. Сумма объемов всех ступеней дает объем лесоматериалов в штабеле.

Кроме этого, каждое бревно таксировается секционным способом. Объем секции определяют по формуле:  $V = g \cdot l$ . Это будет истинный объем бревна. Далее вычисляется погрешность определения объема по ГОСТу 2708-75. Абсолютную погрешность ( $\Delta V$ ) определяют как разность объемов  $V - V_{ист}$ .

### Замеры и вычисления объемов бревен в штабеле

Ступени толщины бревен	Количество бревен	Длина бревен	Объем каждого бревна в ступени по индивидуальным замерам в в/о	Суммарный объем как средний объем ступени	Суммарный объем в ступени как сумма индивидуальных замеров	Абсолютная погрешность
		$L_1$	$V_1$			
		$L_2$	$V_2$			
		...	...			
		$L_n$	$V_n$			
Сумма	$\Sigma N$	$L_{cp}$	$\Sigma V_i$	$\frac{\Sigma V}{\Sigma N} = L_{cp}$	$\Sigma V_{ист} = \Sigma V_i \cdot \Sigma N$	$\Sigma V - \Sigma V_{ист}$

### Вычисления по индивидуальным замерам бревен

Диаметр в верхнем отрубе	Длина бревна	Объем по секциям	Объем по ГОСТ	Абсолютная погрешность	Относительная ошибка
	$L_1$				$P_v = (\pm \Delta V / V_{ист}) \cdot 100$
	$L_2$	$V = g \cdot l$			
	...				
	$L_n$				
		$\Sigma V_{ист}$	$\Sigma V$	$\Sigma V - \Sigma V_{ист}$	

Относительную ошибку определяют для каждого бревна по формуле  $P_v = (\pm \Delta V / V_{ист}) \cdot 100$ .

Далее алгебраическую сумму относительных ошибок делят на число бревен и получают систематическую ошибку ( $P_{сист}$ ).

Затем следует рассчитать случайную относительную ошибку для каждого бревна. Для этого нужно из относительной погрешности каждого измерения ( $P_i$ ) вычесть систематическую ошибку, то есть  $P_{отн} = P_i - P_{сист}$ . При вычислении сохранять знак ошибки. Случайные относительные ошибки следует возвести в квадрат и найти сумму квадратов всех оши-

бок. Извлекая, квадратный корень из этой суммы, определяют случайную среднеквадратическую ошибку ( $P_{оп}$ ), то есть

$$P_{оп} = \sqrt{\sum P^2_{отн} / n - 1}, \text{ где } n\text{-число бревен в штабеле.}$$

В заключение устанавливают общую погрешность, допущенную в определении объема бревен по таблицам ГОСТа 2708-75.

$$P_{общ} = \frac{P_{оп}}{\sqrt{n}} + P_{сист}. \text{ Если размер общей погрешности превышает}$$

$\pm 10\%$ , то для таксации настоящего штабеля бревен следует пользоваться другими таблицами.

**Определение количества сучьев и хвойной лапки** проводится с целью более полного использования всей биомассы дерева изымаемого из насаждения необходимо рассчитать ее количество на дереве. Для этого существуют специальные нормативы (см приложение В).

По данным выбранной модели провести расчет хвойной лапки, сучьев.

Получаемое сырье	Объем сырья
Древесина, м <sup>3</sup>	0,65
Кора, м <sup>3</sup>	0,08
Ветви (с диаметром от 1 до 3 см), кг	66
Хвойная лапка (охвоенные ветви толщиной до 0,8 см), кг	31

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Как определить вид и объем (способы определения) промышленных сортиментов получаемых из ствола?
- 2 Как вычислить количество биомассы по данным модели?
- 3 Как определить объем (способы определения) круглых сортиментов по данным модели?
- 4 Как определяются номинальные размеры круглых лесоматериалов?

### Лабораторная работа

**Материалы и оборудование:** данные замеров модельных деревьев; данные обмеров сортиментов; калькуляторы или ПЭВМ.

**Цель.** Определение вида и объема получаемых сортиментов из ствола.

### Ход работы

- 1 На основе основных положений темы и данных замеров модельного дерева определить виды получаемых сортиментов

- 2 На основе основных положений темы и данных замеров размера сортиментов найти объем сортиментов различными способами.

#### **ТЕМА 4 ТАКСАЦИЯ НАСАЖДЕНИЙ**

- 1 Определение средней высоты и среднего диаметра
- 2 Определение класса бонитета
- 3 Определение объема стволовой древесины насаждения различными методами
- 4 ми методами
- 5 Определение запаса по массовым таблицам объемов, по высоте
- 6 и диаметру.
- 7 Определение запаса и полноты насаждения по таблицам хода
- 8 Роста
- 9 Определение запаса по данным перечета и корреляционным взаимосвязям.

#### ***Основные понятия по теме***

***Определение средней высоты и среднего диаметра*** проводится по данным перечета. Для этого выполняют следующие приемы:

- определяется сумма площадей сечений стволов на высоте груди всех деревьев древостоя;

- определяется средняя площадь сечения путем деления суммы площадей сечения на общее число стволов;

- по средней площади сечения с помощью формулы:  $D_{cp} = 2 \cdot \sqrt{\frac{g}{\pi}}$  устанавливается соответствующий ей средний диаметр (при этом учитывается, чтобы параметры были выражены в одних единицах).

Средний диаметр можно также найти, как среднюю арифметическую величину по формуле:

$$D_{cp} = \frac{d_1 \cdot n_1 + d_2 \cdot n_2 + \dots + d_n \cdot n_n}{N},$$

где  $d_1 \ d_2 \ \dots \ d_n$  - размер ступени толщины;

$n_1 \ n_2 \ \dots \ n_n$  - число деревьев в ступенях;

$N$  – общее число деревьев в насаждении.

Средний диаметр, найденный таким образом, всегда меньше среднего истинного и составляет от него примерно 96-98%. Чтобы определить средний истинный диаметр, надо ввести поправку, для чего можно вос-



пользоваться формулой:  $D_{cp} = \sqrt{D_{cp \cdot ap} + \sigma^2}$ , где  $\sigma$  – основное отклонение вариационного ряда измеренных диаметров.

Среднюю высоту насаждения определяют по кривой высот, используя для этого соотношение: среднему диаметру насаждения соответствует его средняя высота. Для получения графика изменения высот необходимо на миллиметровой бумаге (или в **Excel** на ПЭВМ) построить систему координат, по оси абсцисс отложить в масштабе ступени толщины (или диаметры), по оси ординат – замеренные высоты. Полученный ряд точек соединяется линиями, который сглаживается плавной кривой (или отражается регрессионным уравнением). На оси абсцисс откладывают расчетный средний диаметр и из этой точки восстанавливают ординату до пересечения ее со сглаженной кривой высот. Величина ординаты соответствует средней высоте насаждения.

#### Пример определения средней высоты насаждения

Ступени толщины	Площадь сечения G, м <sup>2</sup>	H, м	G H	Уравнение высоты
20	0,063	25,1	1,58	0,317+8,28*LN(D)
24	1,131	26,6	30,08	
28	4,249	27,9	118,55	
32	4,826	29,0	139,95	
36	3,767	30,0	113,01	
40	2,514	30,9	77,68	
44	1,217	31,7	38,58	
Сумма	17,77	H <sub>ср</sub> 29,2	519,44	H <sub>ср</sub> =29,0

Вычислить среднюю арифметическую высоту насаждения по формуле:

$$H_{cp} = \frac{h_1 \cdot g_1 + h_2 \cdot g_2 + \dots + h_n \cdot g_n}{\Sigma g}, \text{ где}$$

$h_1; h_2; \dots; h_n$  – высоты отдельных ступеней;

$g_1; g_2; \dots; g_n$  – площади сечений ступеней;

$\Sigma g$  – общая площадь сечения древостоя.

**Определение класса бонитета** проводится по возрасту и средней высоте древостоя с помощью бонитировочной шкалы М. М. Орлова. В возрасте 80 лет по таблице 1а классу бонитета соответствуют пределы изменения высоты 32-28 метров. Следовательно, расчетные средние высоты данной пробной площади соответствуют 1а классу бонитета.

## Средние показатели насаждения

Показатели насаждения	Значения	Отклонение
Возраст насаждения, лет	80	
Бонитет	1a	
Полнота	0,44	
Средняя площадь сечения, см <sup>2</sup>	1029	
Средне квадратичный диаметр	32,1	100%
Средне арифметический диаметр	31,6	98,4
Средняя высота по графику	29,9	100%
Средне арифметическая высота	29,2	97,7%

### **Определение объема стволовой древесины насаждения различными методами.**

По средней модели для всего насаждения. По данным перечета и замеров высот в лесу определяют средний диаметр и среднюю высоту насаждения. Это и есть диаметр и высота среднего дерева. По этим показателям подбирают модель в насаждении. Однако ввиду трудности подбора модели с адекватными диаметром и высотой ограничиваются моделью с близко равным диаметром. Выбранное дерево срубают, проводят необходимые замеры и определяют объем по формуле срединных сечений.

Видовое число устанавливается по формуле А. Шиффеля или по таблицам видовых чисел М. Е. Ткаченко, при этом принимается среднее значение для данной породы  $q_2$ .

Запас насаждения определяют по формуле

$$M = V \cdot G / g, \text{ где}$$

V – объем модели;

G – сумма площадей сечения насаждения;

g - площадь сечения срубленной модели.

Для выбранных значений запас стволовой древесины равен

$$M = 0,6530 \cdot 17,947 / 0,0479 = 244,66 \text{ м}^3$$

**Определение запаса насаждения по средней модели по классам толщины.** Для более точного определения запаса в насаждении берут не одну, а несколько средних моделей по классам толщины. Для этой цели ступени толщины, дающие выход однородных сортиментов, объединяют в 3-5 классов толщины. Каждый класс рассматривается как самостоятельная часть насаждения, и для него определяют средний диаметр и среднюю высоту. По этим данным подбирают среднее модельное дерево и объем его определяют с помощью формулы срединных сечений.

Запас всего насаждения определяют по формуле

$$M = V_1 \cdot \frac{G_1}{g_1} + V_2 \cdot \frac{G_2}{g_2} + \dots + \frac{G_n}{g_n}, \text{ где}$$

$V_1; V_2; \dots; V_n$  – объемы средних моделей по классам;

$G_1; G_2; \dots; G_n$  – суммы площадей сечения классов;

$g_1; g_2; \dots; g_n$  – площади сечения срубленных моделей.

Определение запаса по этому способу проводится студентами после закладки пробной площади и взятия модельных деревьев.

**Определение запаса по массовым таблицам объемов, по высоте и диаметру.** Проведя перемер и замер высот деревьев насаждения, строят график высот и по нему находят сглаженные высоты по ступеням толщины. Объем одного ствола по каждой градации толщины выписывают из таблиц объемов по справочнику (Приложение В). Используя число деревьев по ступеням толщины, вычисляется запас всего насаждения по формуле:

$$M = V_1 \cdot n_1 + V_2 \cdot n_2 + \dots + V \cdot n_n, \text{ где}$$

$V_1; V_2; \dots; V_n$  – объем одного дерева ступени;

$n_1; n_2; \dots; n_n$  – число стволов в ступени.

Полученные данные заносят в таблицу.

**Определение по разрядным таблицам.** По данным перемера и замеров высот определяют средний диаметр и среднюю высоту насаждения. С их помощью устанавливают разряд высот насаждения, используя таблицы справочника. Для каждой ступени толщины из таблицы соответствующего разряда выписывают объем одного ствола, (Приложение Г), зная число стволов по ступеням толщины, запас насаждения вычисляется по предыдущей формуле.

Для **определения запаса и полноты насаждения по таблицам хода роста** в насаждении проводят перемер, замер высот деревьев и устанавливают возраст насаждения подсчетом числа годовых слоев на пнях, а в хвойных молодняках подсчетом числа мутовок.

По средней высоте и возрасту устанавливают бонитет насаждения. Сопоставляя сумму площадей сечения таксируемого насаждения, взятой из таблиц хода роста для соответствующей породы, возраста и бонитета, определяют полноту насаждения по формуле (или стандартной таблице):

$$П = \frac{\sum G_T}{\sum G_n}, \text{ где}$$

$\sum G_T$  – сумма площадей сечения стволов на 1 га таксируемого насаждения;

$\sum G_n$  – сумма площадей сечения стволов нормального насаждения.

По таблицам хода роста (Приложение Д) или стандартной таблице находят запас нормального насаждения. Для определения запаса таксируемого насаждения умножают запас нормального насаждения на вычисленную полноту.

**Определение запаса по данным перечета и корреляционным взаимосвязям.** По данным перечета определение запаса проводится с привлечением стандартной таблицы сумм площадей сечений и запасов нормальных насаждений при полноте 1,0.

По данным перечета и замеров высот определяется средняя высота насаждения. В зависимости от средней высоты из стандартной таблицы берут сумму площадей сечений и запас нормального насаждения (Приложение Е). По соотношению сумм площадей сечений вычисляют полноту таксируемого насаждения. Умножением запаса нормального насаждения на вычисленную полноту определяют запас таксируемого насаждения.

В насаждениях пройденных выборочными и приисковыми рубками, при наличии разновозрастности деревьев соотношения между средними диаметром и высотой четко не наблюдаются и не соответствуют принятым в таблицах объемов по разрядам высот. Для таксации таких насаждений используют таблицы объемов древесных стволов по диаметру и высоте. Их также используют при таксации пробных площадей закладываемых с целью изучения результатов рубок и другой хозяйственной деятельности на развитие насаждений.

При наличии значительной разнородности проводят перечет для каждой ступени толщины не только по диаметрам, но и по ступеням высоты, которые могут быть приняты в размере 2-3 м.

В случае однородных насаждений перечет проводят по обычному методу по ступеням толщины на 1,3 м, с построением графика соотношений между  $D$  и  $H$ . На основе его из таблиц находят объемы отдельных деревьев и общий запас вычисляется по приемам описанным выше.

Порядок пользования таблицей Приложения Ж: объемы приведены в  $\text{дм}^3$ , то есть в тысячных долях кубометра ( $0,001\text{м}^3$ ). Пример. Имеем 100 стволов.  $D_{\text{ср}}=6$  см.  $H_{\text{ср}}=10\text{м}$ , объем одного ствола по таблице равен 15,58  $\text{дм}^3$ , объем 100 стволов  $V=15,58 \times 100=1,558 \text{ м}^3$ .

При отсутствии в таблице нужных размеров стволов объем их может быть вычислен по формуле:  $V = g \cdot H \cdot F$ . Видовое число по форму-

ле:  $F = a + \frac{b}{H}$  или  $HF = a \cdot H + b$ .

При этом видовое число для сосновых деревьев можно рассчитать по формуле  $F = 0,44 + 1,13/H$ . Для других пород коэффициенты имеют следующие значения.

**Определение по формуле**  $M = G \cdot H \cdot F$ . Видовое число определяется:

- по формуле А. Шиффеля

- по таблицам видовых чисел М. Е. Ткаченко, приняв среднее значение  $q_2$  для данной породы;

- по регрессионным уравнениям зависимости видового числа от высоты,  $F = a + \frac{b}{H}$  или  $HF = a \cdot H + b$  или по таблицам с использованием этой зависимости (приложение 3).

В нашем случае насаждение однородное сосновое, пересчет и построение графика высот проводим обычным методом. Используем уравнение видовой высоты для сосны естественного происхождения.

Расчеты по заданиям 2, 3, 4 приводятся в таблице

Расчетные параметры насаждения

Градации толщины, d, см	Площадь сечения по градациям толщины g, м <sup>2</sup>	Число деревьев n, шт/га	Площадь сечения всех деревьев, g · n, м <sup>2</sup>	d · n	Значения высот, h, м	Объем теперь					
						по разрядной таблице, V <sub>ц,з</sub> , м <sup>3</sup>	V · n	по массовой таблице, V <sub>м</sub> , м <sup>3</sup>	V · n	Значение видовой высоты HF	GHF, м <sup>3</sup>
20	0,0314	2	0,063	40	25,1	0,368	0,7	0,369	0,7	12,2	0,8
24	0,0452	25	1,131	600	26,6	0,559	14,0	0,569	14,2	12,8	14,5
28	0,0616	69	4,249	1932	27,9	0,803	55,4	0,780	53,8	13,4	57,0
32	0,0804	60	4,826	1920	29,0	1,032	61,9	1,011	60,7	13,9	67,0
36	0,1018	37	3,767	1332	30,0	1,34	49,6	1,35	50,0	14,3	54,0
40	0,1257	20	2,514	800	30,9	1,69	33,8	1,69	33,8	14,7	37,0
44	0,1521	8	1,217	352	31,7	2,07	16,6	2,03	16,2	15,1	18,3
48	0,1810	1	0,181	48	32,4	2,48	2,5	2,54	2,5	15,4	2,8
Сумма		222	17,947	7024			234,5		232,0		251,4
Замер высот	диам.	17,5	20,0	23,0	25,7	28,2	31,5	33,5	34,3	36,3	28,7
	высота	23,5	24,2	28,8	26,3	29,5	29,1	29,4	30,0	28,3	28,7
	диам.	17,9	21,8	23,0	26,2	28,4	28,9	30,1	26,7	25,0	19
	высота	24,2	24,5	24,5	26,2	28,0	29,3	28,0	28,8	24,0	25,8

Далее проводится анализ полученных данных и дается критическая оценка различных методов определения запаса. За сто процентов берем запас определенный по средней модели.

Показатели	Значение	Отклонение
Запас насаждения по средней модели	244,7	100%
Запас по массовым таблицам	232,0	94,8%
Запас по разрядным таблицам	234,5	95,8%
Запас по таблицам хода роста	229,6	93,8%
Запас по стандартной таблице	208,5	85,2%
Запас по GHF и F по А Шиффеля	227,6	93,0%
Запас по GHF и F по М. Е.Ткаченко	228,6	93,4%
Запас по GHF и видовой высоте	251,4	102,7%

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Как вычислить сумму площадей сечений и определить запас древостоя по данным перечета?
- 2 Как определить средний диаметр древостоя по несгруппированным данным замеров в древостое?
- 3 Как определить класс бонитета и полноту насаждения?
- 4 Как определить среднюю высоту по формуле Лорея, по графику высот?

### Лабораторная работа

**Материалы и оборудование:** данные замеров модельных деревьев; миллиметровка; калькуляторы или ПЭВМ.

**Цель.** Определение запаса и средних параметров насаждения.

#### Ход работы

- 1 На основе основных положений темы и данных перечета определить сумму площади сечения стволов и их запас.
- 2 На основе основных положений темы и данных перечета определить средний диаметр, среднюю высоту.

## **ТЕМА 5 СТРОЕНИЕ ДРЕВОСТОЯ ЭЛЕМЕНТА ЛЕСА.**

1 Строение насаждения по диаметру

2 Определение естественных ступеней толщины, ранга дерева

### ***Основные понятия по теме***

***Строение насаждения по диаметру*** Насаждение представляет собой сложную биологическую систему, состоящую из многих компонентов. Важнейшим из них является древостой, представляющий совокупность деревьев, различных по толщине, высоте, объему, форме стволов и другим таксационным показателям. Установлено, что характер изменчивости деревьев по упомянутым таксационным показателям и распределение общего количества деревьев подчиняется определенным закономерностям, получившим название строения насаждения.

Распределение деревьев по величине любого изучаемого таксационного показателя близко к распределению случайных величин и графически выражается колокообразной кривой, то есть совокупность деревьев древостоя элемента леса – это статистическая совокупность. Вследствие этого, к древостою при изучении его строения применимы методы, заимствованные из вариационной статистики. В целом можно сказать, что закономерности строения являются теоретической основой лесной таксации, на которой базируются ее методы и практические решения.

Исходными данными являются результаты перечета деревьев на пробной площади. Первоначальный анализ исходных данных показывает, что в древостое распределение деревьев по диаметру носит случайный характер: количество деревьев с малыми и большими значениями диаметра меньше, чем со средними (наиболее заполненными ступенями являются центральные). Более наглядное представление о характере распределения деревьев дает график, называемый в статистике полигоном распределения вариант.

На оси абсцисс размечают шкалу диаметров (в принятом интервале ступени толщины, например 8, 12, 16, 20... и т. д.), а на оси ординат – число деревьев, ориентируясь на его максимальное значение, при этом начало шкалы – с нуля. Затем против значений диаметров наносят точками соответствующие значение числа деревьев. Точки последовательно соединяют отрезками прямой. Полученную линию замыкают, соединив первую точку с нижним пределом начальной ступени, а последнюю – с верхним пределом последней ступени.

Убедившись в наличии определенных закономерностей распределения далее аналитически выражают ряд распределения и вычисляют выравнивающие (теоретические) частоты. Наибольшей универсальностью при этом обладает кривая нормального распределения или обобщенное нормальное (тип А).

Далее делается вывод о характере распределения деревьев по изучаемому признаку, то есть - какому закону соответствует распределение деревьев в изучаемом насаждении. Следует иметь ввиду, что найденное аналитическое приближение носит частный характер в большей или меньшей мере отражающее общие закономерности строения древостоев.

Интервал абсолютных значений естественных ступеней толщины устанавливается равным одной десятой доли среднего значения изучаемого признака, что позволяет сравнивать между собой различные ряды распределения, независимо от величины ступеней перечета (натурных).

#### Данные расчета теоретических частот

Номер классов	Среднее значение класса	Число деревьев, шт	Вычисленные частоты по кривой нормального распределения	Вычисленные частоты по обобщенному нормальному распределению
0	12	0	5	2
1	16	13	17	15
2	20	49	41	48
3	24	87	71	83
4	28	93	85	88
5	32	54	73	62
6	36	33	44	33
7	40	17	19	18
8	44	11	6	9
9	48	5	1	4
10	52	0	1	1
Итого		362	362	363
Критерий приближения			40,9	5,5

Чтобы узнать начало и конец распределения по естественным ступеням толщины делят нижний предел первой ступени толщины и верхний предел последней ступени на значение среднего диаметра. В качестве среднего значения в лесной таксации используется среднеквадратическое значение диаметра. Например, данные перечета начинаются со ступени 16 см. Нижний ее предел будет 14 см. Средний диаметр равен 29,0 см, тогда  $14/29=0,48$ . Полученное значение лежит в интервале естественной



ступени со средним значением 0,5 (0,45-0,55). Следовательно, начинать расчет ряда распределения надо со ступени 0,5. Аналогично, верхний предел последней ступени (48см) будет 50 см. Тогда  $50/29=1,72$ . Полученное значение относится к естественной ступени 1,7, имеющей пределы 1,65-1,75.

**Определение естественных ступеней толщины, ранга дерева.** Информативной характеристикой, отражающей особенности строения древостоя, является ранг среднего дерева. Его легко вычислить по данным распределения (в %) числа деревьев по естественным ступеням толщины. Этот показатель получают как сумму числа деревьев (в %) низших ступеней, включая естественную ступень 0,9 плюс  $\frac{1}{2}$  числа деревьев (в %) из ступени 1,0.

Распределение деревьев по естественным ступеням толщины

Естественные ступени	Число деревьев, шт	Число деревьев, % эмпирическое	Число деревьев, % теоретическое
0,5	5	1,4	
0,6	15	4,1	
0,7	32	8,8	
0,8	51	14,1	
0,9	62	17,1	
1,0	63	17,4	
1,1	49	13,5	
1,2	33	9,1	
1,3	21	5,8	
1,4	13	3,6	
1,5	9	2,5	
1,6	5	1,4	
1,7	3	0,8	
1,8	1	0,3	
Итого	362	100,0	

Оценкой рангового положения в древостое отдельных деревьев, их различных групп и совокупностей служит также ранговый коэффициент (или редукционное число для ступеней рангового распределения):

$$R_{itk} = M_{itk} / M_{tk}$$

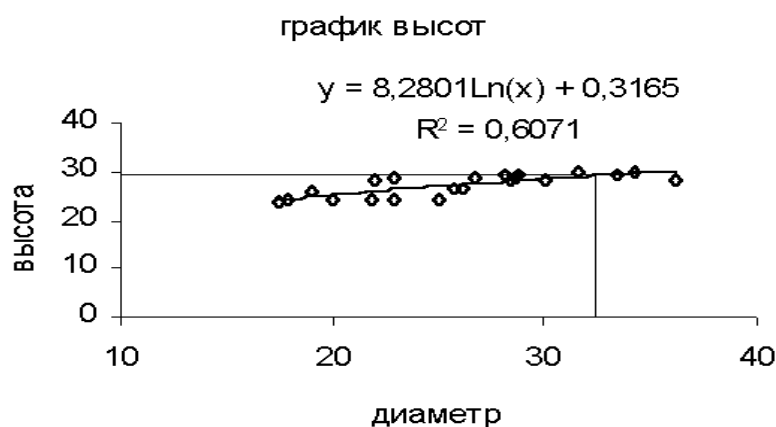
где:

$R_{itk}$  - ранговый коэффициент  $i$  - дерева (или  $i$  –й группы деревьев) в момент  $t_k$ ,

$M_{itk}$  - размеры (по высоте, диаметру, объему ствола и т. п.)  $i$ -го дерева (или  $i$ -й группы деревьев) в момент  $t_k$ .

$M_{tk}$  - размеры среднего дерева популяции в момент  $t_k$ .

Ранговый коэффициент является относительной оценкой размеров дерева, то есть его рангового положения в популяции. Зная его величину и значение нормированного рангового распределения (редукционных чисел), можно определить ранговое положение или ранг дерева в составе популяции.



### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое строение насаждения, где оно используется?
2. Как определить естественную линию развития насаждения?

### Лабораторная работа

**Материалы и оборудование:** данные перечетов и замеров модельных деревьев; миллиметровка; калькуляторы или ПЭВМ.

**Цель.** Определение строения насаждения.

### Ход работы

- 1 На основе основных положений темы и данных перечета определить распределение деревьев по естественным ступеням толщины.

## ТЕМА 6 ТАКСАЦИЯ ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ И НАСАЖДЕНИЙ

1 Определение прироста таксационных показателей различными методами.

2 Определение прироста древесины по данным перечета, модельным деревьям

3 Проведение анализа хода роста древесного ствола.

### **Основные понятия по теме**

**Определение прироста таксационных показателей различными методами.** Для выполнения задания берут исходные данные модели по теме 2.

Текущий прирост по диаметру определяется по формуле:

$\Delta d = D - d$ , то есть по разности диаметров теперь  $D$  и  $n$  лет назад  $d$ .

Для определения годовичного **текущего прироста по диаметру** таксацируемого дерева нужно найти разность диаметров дерева на высоте груди теперь и  $n$  лет назад и разделить полученное число на  $n$  число лет. Например, диаметр теперь – 22,0 см; 10 лет назад – 18,6 см; тогда

$$\Delta d = (22 - 18,6) / 10 = 0,34 \text{ см.}$$

**Прирост по площади сечения (периодический)** представляет собой разность площадей сечений дерева на высоте груди теперь и  $n$  лет назад и вычисляется по формуле:

$$\Delta g = G - g = \pi \cdot D^2 / 4 - \pi \cdot d^2 / 4 = \pi / 4 (D^2 - d^2) = 0,785 (22^2 - 18,6^2) = 108 \text{ см}^2$$

**Прирост по высоте за  $n$  лет** находится путем определения на стволе точки, где была вершина ствола  $n$  лет назад. У молодых хвойных стволов от вершины отсчитывается  $n$  мутовок и измеряется полученная величина текущего прироста по высоте. У старых хвойных и лиственных деревьев намечается ориентировочная точка. Делается срез ствола и подсчитывается число слоев по радиусу. Если число слоев равно  $n$ , то точка выбрана правильно. Расстояние от среза до вершины и будет текущим приростом по высоте  $\Delta h$ . Если число слоев не равно  $n$ , то срезы делают ниже или выше.

Например, высота дерева теперь 29,9 м, прирост по высоте за последние 10 лет равен 2,2 м, следовательно, высота дерева 10 лет назад была  $29,9 - 2,2 \text{ м} = 27,7 \text{ м}$ .

Годичный текущий прирост по высоте вычисляется по формуле:

$$\Delta h = H - h / n = (29,9 - 27,7) / 10 = 0,22 \text{ м.}$$

**Средний прирост по всем таксационным признакам определяется делением величины таксационного признака на возраст дерева:**

$$Z_n = T/A$$

**Определение текущего прироста по объему.**

**По упрощенным формулам.**

В основе одного из способов определения процента прироста по объему лежит формула Пресслера определения процента прироста:

$$P_v = 200/n \cdot \frac{r^S - (r-1)^S}{r^S + (r-1)^S}, \text{ где}$$

$r$  – относительный диаметр, равный: для растущих деревьев отношению диаметра на высоте 1,3 м без коры к приросту по диаметру за  $n$  лет  $r = d_{1,3} / \Delta d$ ; для срубленных стволов относительный диаметр устанавливается по отношению диаметра на половине высоты дерева, которую оно имело  $n$  лет назад к приросту диаметра на этой высоте:  $r = d_{1/2} / \Delta d$ ; (11,4/4,4=2,59)

$S$  – показатель степени – изменяется в зависимости от протяжения кроны и категории роста.

Для практического использования разработаны вспомогательные таблицы.

Согласно показателям, характеризующим энергию роста и протяжения кроны модельного дерева (см тему №1), устанавливается категория дерева по таблице.

Далее рассчитывается относительный диаметр модели и по величине относительного диаметра  $r$  и категории дерева, устанавливается  $n$ -годовой процент прироста. Для выбранной модели:

$$P_v^{10 \text{ лет}} = 200/10 \cdot (2,59^4 - (2,59-1)^4) / (2,59^4 + (2,59-1)^4) = 15,03\%$$

**Способ Шнейдера** базируется на категории дерева по интенсивности роста в высоту и средней ширине годичного слоя  $P_v = k \cdot i / d_{1,3}$ , где

$k$  - переменная величина (зависит от протяжения кроны и роста по высоте);

$i$  - ширина годичного слоя древесины на 1,3 м высоты ствола (определяемая как средняя величина за исследуемый период времени);

$d_{1,3}$  - диаметр на высоте груди без коры лет назад.

Протяженность кроны	Значения $k$ при характере роста по высоте					
	прекратился	слабый	умеренный	хороший	Очень хороший	превосходный
Ниже 0,5 Н	400	470	530	600	670	730
Между 0,5 и 0,75 Н	400	500	570	630	700	770
Выше 0,75 Н	400	530	600	670	730	800

Пример.  $D_{1,3} = 22,0$  см;  $i^{\text{год}} = 0,17$  см;  $k = 570$ ;

$$P_v^{\text{год}} = (570 \cdot 0.17) / 22,0 = 4,40\%$$

### Категории роста дерева

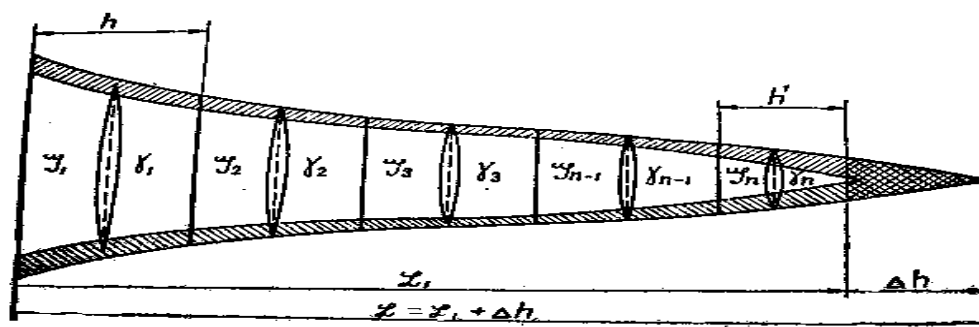
Протяжение кроны по стволу	Показатель S по категориям интенсивности роста дерева в высоту		
	Слабой 5-10 см / год	Умеренной 11-30см / год	Хорошей > 30 см/год
Ниже 0,5 высоты	2	3	4
Между 0,5 и 0,75 высоты	2,5	3,5	4,5
Выше 0,75 высоты	3	4	5

### Процент объемного прироста на стволах растущих деревьев (по Пресслеру)

г	Процент прироста за n лет по категориям				г	Процент прироста за n лет по категориям				г	Процент прироста за n лет по категориям			
	2	3	4	5		2	3	4	5		2	3	4	5
8,0	31	35	40	44	20	12	12	15	17	44	5,4	6,1	6,9	7,8
8,5	29	33	37	42	21	11	11	15	17	45	5,2	6,0	6,7	7,6
9,0	27	31	35	39	22	11	11	14	17	46	5,1	5,9	6,6	7,4
9,5	26	29	33	37	23	10	10	13	15	47	5,0	5,8	6,5	7,2
10	25	28	31	35	24	10	10	13	14	48	4,9	5,6	6,3	7,0
10,5	23	23	30	33	25	9,5	9,5	12	13	50	4,7	5,4	6,1	6,8
11	22	22	28	31	26	9,1	9,1	12	13	52	4,6	5,2	5,9	6,5
11,5	21	21	27	30	27	8,8	8,8	11	12	54	4,4	5,1	5,7	6,3
12	20	20	26	29	28	8,5	8,5	11	12	56	4,3	4,9	5,5	6,1
12,5	19	19	25	27	29	8,2	8,2	11	12	58	4,2	4,7	5,3	5,9
13	19	19	24	26	30	7,9	7,9	10	11	60	4,0	4,5	5,1	5,7
13,5	18	18	23	25	31	7,7	7,7	9,8	10	62	3,8	4,4	4,9	5,5
14	17	17	22	25	32	7,4	8,5	9,5	10	64	3,7	4,2	4,7	5,3
14,5	17	17	21	24	33	7,2	8,2	9,2	10	66	3,6	4,1	4,6	5,1
15	16	16	21	23	34	7,0	7,9	8,9	10	68	3,5	3,9	4,4	4,9
15,5	16	16	20	22	35	6,7	7,7	8,6	9,5	70	3,4	3,8	4,3	4,7
16	15	15	19	21	36	6,5	7,5	8,4	9,3	72	3,3	3,7	4,2	4,6
16,5	15	15	19	21	37	6,4	7,3	8,2	9,1	74	3,2	3,6	4,1	4,5
17	14	14	18	20	38	6,2	7,1	8,0	8,9	76	3,2	3,6	4,0	4,4
17,5	14	14	18	20	39	6,1	6,9	7,8	8,7	78	3,0	3,5	3,9	4,3
18	13	13	17	19	40	5,9	6,8	7,6	8,5	80	2,9	3,4	3,8	4,1
18,5	13	13	17	19	41	5,7	6,6	7,4	8,2	85	2,8	3,2	3,6	3,9
19	13	13	16	18	42	5,5	6,4	7,2	8,0	90	2,6	3,0	3,4	3,8
19,5	12	12	16	18	43	5,3	6,3	7,1	7,9	100	2,3	2,7	3,0	3,4

**По формуле срединных сечений.** Вначале устанавливается прирост по высоте за несколько лет. Затем ствол размечается на секции одинаковой длины.

Для определения объемов измеряются диаметры без коры посередине секций теперь и несколько лет назад и по ним вычисляются площади сечений.

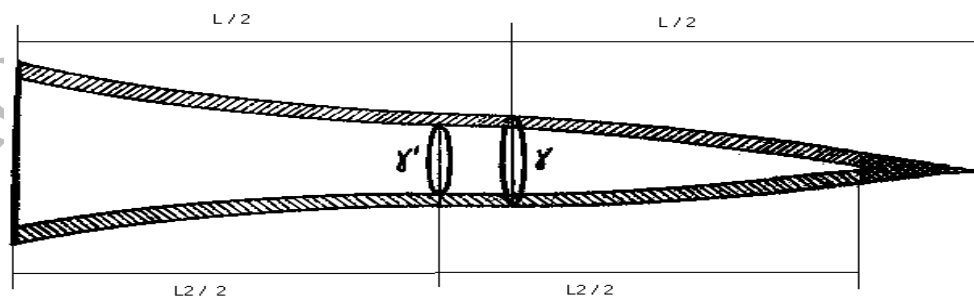


Диаметр без коры теперь и  $n$  лет назад устанавливается следующим образом: с помощью приростного бурава замеряется толщина коры и прирост по радиусу за  $n$  лет, разница между диаметром в коре и двойной толщиной коры и будет диаметром без коры. Отняв от него двойной прирост по радиусу, получим диаметр  $n$  лет назад.

Объем ствола в данный момент и  $n$  лет назад находится по формуле сечений на середине секций.

$$\text{Для выбранной модели } Z_m^{10\text{лет}} = 0,569 - 0,304 = 0,265 \text{ м}^3$$

**По формуле сечения на половине высоты.** Замер ствола проводят в следующем порядке: сначала измеряют общую длину ствола и на половине длины определяют диаметр без коры; по диаметру находят площадь сечения; затем устанавливают прирост по высоте за  $n$  лет; на половине бывшей высоты определяют диаметр ствола  $n$  лет назад а по нему площадь сечения.



Объем ствола в настоящее время и  $n$  лет назад вычисляют по простой формуле срединного сечения, а их разность и будет текущим приростом по объему за  $n$  лет.

$$\text{Для выбранной модели } Z_m^{10\text{лет}} = 0,646 - 0,269 = 0,377 \text{ м}^3$$

**По способу видовых чисел для растущих деревьев.** Объем ствола в данный момент и  $n$  лет назад вычисляется по формуле  $V = G \cdot H \cdot F$ . Площадь поперечного сечения  $n$  лет назад находят по диаметру на высоте груди с помощью приростного бурава. Прирост по высоте дерева  $n$  лет назад узнают из таблиц хода роста данной породы или замеряют в натуре, видовые числа – из таблиц видовых чисел М. Е. Ткаченко или по регрессионной модели.

Для выбранной модели:

При  $F$  по М. Е. Ткаченко

$$Z_m^{10\text{лет}} = (0,0380 \cdot 29,9 \cdot 0,429) - (0,0299 \cdot 27,7 \cdot 0,431) = 0,487 - 0,357 = 0,130 \text{ м}^3$$

При  $F=f(H)$

$$Z_m^{10\text{лет}} = (0,0380 \cdot 29,9 \cdot 0,478) - (0,0299 \cdot 27,7 \cdot 0,481) = 0,543 - 0,398 = 0,145 \text{ м}^3$$

**Определение прироста древесины по данным перерчета, модельным деревьям** с привлечением регрессионных уравнений.

**По боковой поверхности ствола (способ А. В. Тюрина, Н. П. Анучина)**

Впервые возможность определения текущего прироста по площади боковой поверхности ствола была высказана Фан-дер-Флитом еще столетие назад, детально разработан метод определения текущего объемного прироста для отдельного дерева А. В. Тюриным в 30-е годы, а для насаждения – Н. П. Анучиным в 60-е годы 20-го столетия.

Проф. А. В. Тюрин разработал метод определения текущего прироста по боковой поверхности древесного ствола без коры и ширине годичных слоев. Суть его состоит в том, что если площадь боковой поверхности ствола обозначить через  $S_{бок}$ , а среднюю ширину годичного слоя через  $i$ , то прирост по объему будет равен:

$$Z_v = S_{бок} \cdot i = \pi \cdot d_{0,5} \cdot H \cdot i$$

Для выбранной модели:

поверхность по срединному сечению

$$Z_m^{10\text{лет}} = 3,142 \cdot 0,151 \cdot 29,9 \cdot 0,020 = 0,284 \text{ м}^3$$

поверхность по секциям

$$Z_m^{10\text{лет}} = 13,911 \cdot 0,02 = 0,278 \text{ м}^3$$

Теоретической основой предложения Н. П. Анучина является предположение, что площадь боковой поверхности стволов в насаждении с 40-50 лет – величина постоянная. Для установления абсолютной величины текущего прироста по этому методу предложена формула:

$$Z_M = \sum S_{бок} \cdot \Pi \cdot i_{1.3}, \text{ где}$$

$\Pi$  – полнота древостоя;

$i_{1,3}$  – толщина годовичного слоя на высоте 1,3 м, определяемая как средняя из 25-30 измерений, сделанных на растущих деревьях и отобранных методом случайной выборки:

$$\sum S_{бок} = 2.35 \cdot H \cdot (\sum G / D) - \text{сумма боковой поверхности}$$

совокупности деревьев на единице площади;

H – средняя высота совокупности деревьев;

D – средний диаметр совокупности деревьев;

$\sum G$  – сумма площадей сечения деревьев на 1,3 м.

Следует отметить, что при вычислении по формулам необходимо использовать параметры в одних единицах.

**По способу В. Антанайтиса.** Ошибка определения прироста по предложенной формуле за 5 -летний период для отдельного насаждения колеблется от -14% до+11%; за период 1-3 года для насаждений старше 50-лет достигает +5%.

$$Z_m = 1,85 \cdot D_{1,3} \cdot H \cdot N \cdot i_{d1,3} \cdot R, \text{ где}$$

H – средняя высота совокупности деревьев;

N – число деревьев на га;

R – соотношение между радиальным приростом на высоте 1,3м и средней шириной годовичного кольца дерева R выражается уравнением гиперболы вида  $R=0.63+33.7/A$  или в табличном виде

A	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R	1.75	1.47	1.30	1.19	1.11	1.05	1.01	0.97	0.94	0.91	0.89

Для выбранной модели:  $Z_m^{10\text{лет}} = 1,85 \cdot 0,22 \cdot 29,9 \cdot 0,017 \cdot 1,05 = 0,217 \text{ м}^3$

**По таблицам В. Антанайтиса.**

Определить величину абсолютного текущего прироста древостоя можно по проценту прироста модельных деревьев или их совокупностей, для которых определяется процент прироста R исходя из средней ширины годовичного слоя, возраста дерева и его диаметра, (таблица).

Для выбранной модели:  $Z_m^{10\text{лет}} = 3,2\%$

Средний процент прироста для насаждения в таких случаях устанавливается по формуле:

$$P_{mn} = \frac{M_1 \cdot P_1 + M_2 \cdot P_2 + \dots + M_n \cdot P_n}{M}, \text{ где}$$



$M_1; M_2; M_n$ ; - запасы отдельных ступеней толщины таксируемого древостоя;

$P_1; P_2; P_n$ ; - процент текущего прироста модельных деревьев по ступеням толщины за период  $n$  лет;

$M$  –запас древостоя.

Располагая запасом древостоя и процентом текущего прироста за тот или иной период времени можно определить годичный или периодический прирост.

Из всех способов определения текущего прироста по запасу табличные наиболее просты в обращении. Они не требуют больших и трудоемких измерений в натуре и сложных вычислений.

При выполнении данного задания используются материалы величины средней ширины годичного слоя древесины на 1,3м для деревьев различной толщины, рассчитывается прирост для модели и для совокупности деревьев по данным перечета на пробной площади и приведенным формулам. Полученные данные представляются в таблице.

#### Значения прироста таксационных признаков

Показатели и способ определения	Значение	Текущий прирост	Средний прирост	Процент прироста
возраст	80 лет			
диаметр	22,0 см	0,34см/год	0,275 см/год	1,67
площадь сечения	380 см <sup>2</sup>	10,8 см <sup>2</sup> /год	4,75 см <sup>2</sup> /год	3,31
высота	29,9 м	0,22 м/год	0,37 м/год	0,76
объем ствола	0,5690 м <sup>3</sup>		0,007 м <sup>3</sup> /год	
по сечению на половине высоты		0.377м <sup>3</sup> /10лет		
по срединным сечениям		0.265 м <sup>3</sup> /10лет		
по поверхности ствола (А. В. Тюрин)		0,284 м <sup>3</sup> /10лет 0,278 м <sup>3</sup> /10лет		
по способу В. Антанайтиса		0,217 м <sup>3</sup> /10лет		
по способу видовых чисел		0.145м <sup>3</sup> /10лет		
по Пресслеру				1,50
по Шнейдеру				4,40
по В. Антанайтису				3,2

**По способу М. Л. Дворецкого.**

Текущий прирост по объему определяют у семи или более срубленных деревьев. Кроме этого у 25-30 деревьев высверливаются образцы на высоте 1,3 м для изучения прироста диаметра ствола. В лабораторных условиях на образцах измеряется ширина годичных слоев на микроскопе типа МБС с точностью до 0,1 мм. Далее по модельным деревьям определяется отношение прироста объема к приросту его диаметра на высоте 1,3 м. Полученные значения подвергаются выравниванию в зависимости от величины диаметра. Найденный прирост диаметра по образцам древесины так же выравнивается в зависимости от толщины дерева.

Затем находится величина текущего прироста объема стволовой древесины для каждой ступени толщины (путем перемножения выровненной величины соотношения прироста объема и диаметра (таблица и рисунок 2) и величины линейного прироста диаметра). Умножив последний на число деревьев в соответствующей ступени, и просуммировав результаты, получаем величину текущего прироста запаса элемента леса на опытном объекте.

Градации диаметра	Число деревьев, шт/га	Прирост диаметра, см/дерево/год	Соотношение приростов диаметра и объема	Прирост объема, м <sup>3</sup> /дерево/год	Прирост объема выравненный, м <sup>3</sup> /дерево/год	Прирост объема, м <sup>3</sup> /га/год
20	2	0,11	0,150	0,017	0,02	0,03
24	25	0,146	0,137	0,020	0,02	0,50
28	69	0,173	0,131	0,023	0,02	1,56
32	60	0,198	0,127	0,025	0,03	1,51
36	37	0,233	0,120	0,028	0,03	1,04
40	20	0,26	0,115	0,030	0,03	0,60
44	8	0,28	0,114	0,032	0,03	0,26
48	1	0,309	0,113	0,035	0,04	0,04
				Суммарный прирост		5,53

Процент текущего прироста сосновых насаждений  
по запасу стволовой древесины (по В. Антанайтису)

Возраст, лет	Средний диаметр в коре, см	Процент прироста по запасу при ширине годичного слоя, мм							
		1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	3	3,5
		1а класс бонитета							
30	14			7,7	8,2	8,8	9,4	11	12,2
	16			7,1	7,6	8	8,5	10	11
	18			6,6	7	7,4	7,8	9,2	10
	20			6,1	6,5	6,9	7,3	8,5	9,3
40	18		5,3	5,7	6,1	6,5	7	8,3	9,2
	20		4,9	5,3	5,7	6	6,4	7,6	8,4
	22		4,6	5	5,4	5,6	6	7,1	7,8
	24		4,3	4,7	5	5,3	5,7	6,7	7,3
50	22		4,1	4,5	4,8	5,1	5,5	6,6	
	24		3,9	4,2	4,5	4,8	5,2	6,1	
	26		3,7	4	4,3	4,6	4,9	5,8	
	28		3,6	3,3	4,1	4,4	4,7	5,5	
60	26	3	3,4	3,7	4	4,3	4,6		
	28	3	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3		
	30	2,7	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1		
	32	2,6	3	3,2	3,4	3,7	3,9		
70	30	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9		
	32	2,5	2,7	3	3,2	3,5	3,7		
	34	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,5		
	36	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4		
80	32	2,3	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5		
	34	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4		
	36	2,1	2,4	2,6	2,8	3	3,2		
	38	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1		
		1 класс бонитета							
30	12			7,3	7,9	8,6	9,2	9,9	10,5
	14			6,6	7,1	7,7	8,2	8,7	9,3
	16			6,1	6,6	7,1	7,5	8	8,5
	18			5,7	6,1	6,6	7	7,4	7,8
40	16		4,7	5,3	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6
	18		4,3	4,9	5,3	5,7	6,1	6,5	6,9
	20		4,2	4,6	4,9	5,3	5,7	6,1	6,5
	22		3,9	4,3	4,7	5	5,3	5,7	6
50	18		4	4,4	4,8	5,2	5,6	6	6,4
	20		3,6	4	4,4	4,8	5,2	5,6	6
	22		3,4	3,8	4,2	4,5	4,8	5,2	5,6
	24		3,2	3,6	3,9	4,3	4,6	4,9	5,1
60	22		3,1	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,2
	24		2,9	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9
	26		2,7	3,1	3,4	3,7	4	4,3	4,5
	28		2,6	3	3,3	3,5	3,8	4	4,4
70	26		2,6	2,9	3,2	3,5	3,7	4	
	28		2,5	2,8	3	3,3	3,5	3,8	
	30		2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	
	32		2,3	2,5	2,7	3	3,2	3,4	
80	28		2,3	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	
	30		2,2	2,4	2,7	3	3,2	3,5	
	32		2,1	2,3	2,6	2,8	3	3,3	

Прогноз соотношения прироста  $\Delta V, \text{м}^3 / \Delta D, \text{м}$  (У) у сосны в зависимости от диаметра ствола (Д) и возраста (А),

данные расчета по уравнению:

$$y = (0,0797 A - 0,931) \text{Ln } D - (0,1287 A - 1,8684)$$

Возраст дерева, лет	Диаметр ствола на высоте 1,3 м												
	2	4	6	8	10	12	14	16	20	24	28	32	36
15	0,12	0,30	0,41	0,49	0,55	0,60	0,64						
20		0,21	0,48	0,67	0,82	0,94	1,04	1,13	1,28				
25			0,55	0,86	1,10	1,29	1,45	1,59	1,83	2,02			
30			0,62	1,04	1,37	1,64	1,86	2,06	2,38	2,65			
35			0,69	1,23	1,64	1,98	2,27	2,52	2,93	3,27	3,56		
40			0,76	1,41	1,92	2,33	2,68	2,98	3,48	3,89	4,24		
45				1,60	2,19	2,68	3,08	3,44	4,03	4,52	4,93	5,28	
50				1,78	2,47	3,02	3,49	3,90	4,58	5,14	5,61	6,02	6,38
55					2,74	3,37	3,90	4,36	5,13	5,76	6,29	6,76	7,16
60					3,01	3,72	4,31	4,82	5,68	6,39	6,98	7,49	7,95
65						4,06	4,72	5,29	6,23	7,01	7,66	8,23	8,73
70						4,41	5,13	5,75	6,78	7,63	8,35	8,97	9,52

Соотношение приростов объема и диаметра выраженных в м<sup>3</sup> и м для возраста от 40 до 80 лет

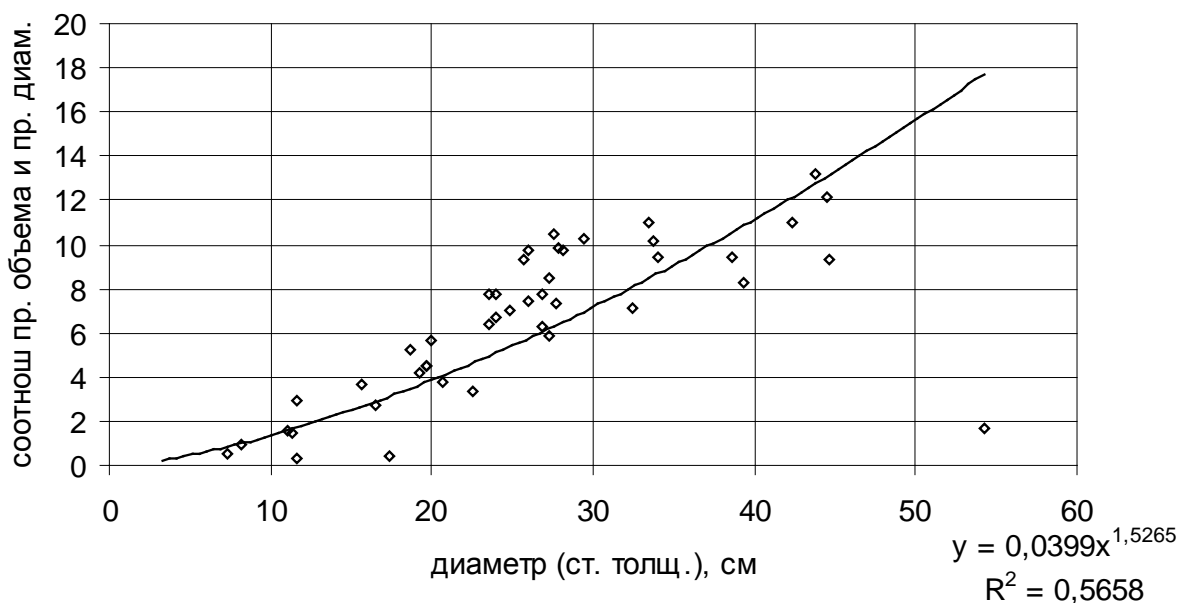


Рисунок 2. Динамика изменения соотношения прироста стволовой древесины за год, м<sup>3</sup> и прироста ствола по диаметру, см в зависимости от толщины деревьев, см на высоте 1,3 м у сосны, ели, березы

$$\frac{\Delta V}{\Delta D} = 0.0399 \cdot D^{1.526}$$

**Проведение анализа хода роста древесного ствола.** По среднеарифметическим значениям диаметров из варианта выданного задания определяют соответствующие им площади сечения и заносят в соответствующую колонку на второй странице бланка анализа древесного ствола.

После этого в **разделе обсчета объема ствола** заносят просуммированные площади сечений всех двухметровых секций для каждой градации возраста. Полученные величины умножают на (если была принята двухметровая длина секций) и получают объем двухметровых секций ствола по всем возрастам.

В разделе **анализа хода роста по высоте** устанавливается изменение высоты, обусловленное возрастом. Для этого узнается возраст (число лет), при котором ствол достиг высоты сделанных сечений путем вычи-

тания из общего числа годовичных слоев на нулевом срезе числа слоев на остальных срезах. Установленные для соответствующих высот возрасты позволяют построить график хода роста по высоте, с помощью которого определяются высоты по пятилетиям или десятилетиям.

В разделе *анализа прироста и коэффициентов формы* выполняются следующие вычисления. В первой графе ведомости заносятся возрасты дерева по пятилетиям или десятилетиям. Следующие графы заполняются значениями таксационных признаков диаметра, высоты, объема и соответствующим им приростов текущего и среднего. Данные для графы средних абсолютных приростов получают путем деления величины таксационного признака на его возраст.

Годичный текущий абсолютный прирост устанавливается по возрастным градациям путем деления получаемой разницы между величинами таксационного признака в одном возрасте и значением этого же признака  $n$  лет назад на число лет в периоде (чаще всего 5 или 10 лет). Относительный прирост следует определять по формуле Пресслера.

Допустим, диаметр на высоте груди в 10 лет равен 4,8 см, средний прирост будет 0,48, текущий также 0,48. Если в возрасте 20 лет диаметр равен 12 см, то средний абсолютный прирост для этого возраста будет  $12 / 20 = 0,60$ . Средний относительный  $p = 100 / 20 = 5\%$ ; текущий абсолютный прирост  $\Delta d = (12 - 4,8) / 10 = 0,72$ ; текущий относительный прирост  $P = (200/10) \cdot (12 - 4,8 / 12 + 4,8) = 20 \cdot 7,2 / 16,8 = 144 / 16,8 = 8,6\%$ .

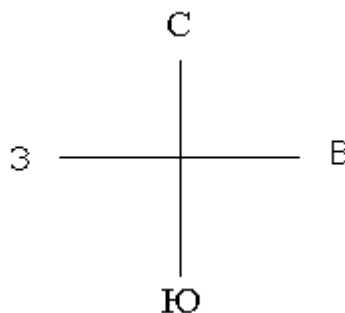
Видовые числа и коэффициент формы определяются для каждой возрастной градации путем деления объема ствола на объем одномерного с ним цилиндра и делением величины диаметра на половине высоты на диаметр на высоте 1,3 м.

Возрастные изменения таксационных признаков анализируются и отражаются регрессионными уравнениями.

Пример заполнения формы документации при проведении анализа роста ствола.

### АНАЛИЗ ДРЕВЕСНОГО СТВОЛА

1. Лесничество \_\_\_\_\_ 2. Квартал \_\_\_\_\_ 3. Выдел \_\_\_\_\_ 4. Пробная площадь № \_\_\_\_\_ 5. Модель № \_\_\_\_\_ 6. Порода \_\_\_\_\_ 7. Возраст \_\_\_\_\_ 8. 9. Диаметр на высоте груди \_\_\_\_\_ 10. Класс роста и развития \_\_\_\_\_ 11. Площадь горизонтальной проекции кроны \_\_\_\_\_ 12. Расстояние до 4-х ближайших деревьев 1 2 3 4 \_\_\_\_\_ 13. Длина зоны бессучковой части ствола \_\_\_\_\_ 14. Длина зоны с опавшими, но незаросшими сучьями \_\_\_\_\_ 15. Длина зоны с мертвыми не опавшими сучьями \_\_\_\_\_ 16. Расстояние до первого живого сучка \_\_\_\_\_ 17. Расстояние до начала кроны \_\_\_\_\_ 18. Дефекты на стволе \_\_\_\_\_ 19. Объем ствола в коре \_\_\_\_\_ 20. Объем ствола без коры \_\_\_\_\_ 21. Объем коры \_\_\_\_\_ 22. Объем деловой части \_\_\_\_\_ 23. Процент деловой \_\_\_\_\_ 24. Объем дровяной \_\_\_\_\_ 25. Объем коры с деловой части \_\_\_\_\_ 26. Объем вершины \_\_\_\_\_ 27. Горизонтальная проекция кроны \_\_\_\_\_ 28. Схема расположения 4-х ближайших деревьев \_\_\_\_\_



Дата обмера \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

№ отрезка	Высота среза кружков от шейки корня	Обозначения диаметров	Диаметры сечений в см в возрасте					возраст, в котором дерево достигло высоты среза кружка
	Число слоев на кружках		36		35	30	25...	
			в коре	без коры				
0	0/36	С-Ю						0
		В-З						
		средн	12,5	10,4	10,3	9,8	8,7	
		Пл. сеч.	0,0123	0,0085	0,0083	0,0074	0,0058	
0,1	1,49/32	С-Ю						4
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,2	2,98/30	С-Ю						6
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,3	4,47/27	С-Ю						9
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,4	5,96/25	С-Ю						11
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,5	7,45/21	С-Ю						15
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,6	8,94/18	С-Ю						18
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,7	10,43/14	С-Ю						22
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,8	11,92/10	С-Ю						31-10=26
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,9	13,41/5	С-Ю						36-5=31
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
Сумма площадей сечения								
Объем отрезков								
Объем ствола без вершины								
Диаметр вершины, см								
Длина вершины, м								
Объем вершинки								
Общий объем ствола								



№ отрезков	Длина отрезков	Площади сечений в м <sup>2</sup> по средним диаметрам отрезков в возрасте (лет)								
		36		35	30	25	20	15	10	5
		В коре	Без коры							
0	1,49	0,0123	0,0085	0,0083	0,0074	0,0058	0,0042	0,0025	0,0016	0,0003
0,1	1,49	0,0082	0,0068	0,0065	0,0059	0,0048	0,0034	0,0020	0,0013	
0,2	1,49	0,0072	0,0065	0,0064	0,0055	0,0045	0,0031	0,0015	0,0003	
0,3	1,49	0,0066	0,0061	0,0059	0,0053	0,0041	0,0026	0,0009		
0,4	1,49	0,0059	0,0054	0,0052	0,0044	0,0032	0,0015			
0,5	1,49	0,0049	0,0045	0,0043	0,0034	0,0020	0,0004			
0,6	1,49	0,0038	0,0034	0,0032	0,0022	0,0008				
0,7	1,49	0,0026	0,0025	0,0020	0,0008					
0,8	1,49	0,0016	0,0014							
0,9	1,49									
Сумма площадей сечений отрезков, м <sup>2</sup>		0,0531	0,0451	0,0418	0,0349	0,0252	0,0152	0,0069	0,0032	0,0003
Объем _1,49м. отрезков, м <sup>3</sup>		0,0791	0,0671	0,0622	0,0520	0,0375	0,0226	0,0102	0,0047	0,0004
Объем вершинки, м <sup>3</sup>										
Объем стволов по возрастам, м <sup>3</sup>										

№ отрезка	Высота среза кружков от шейки корня	Обозначения диаметров	Диаметры сечений в см в возрасте					возраст, в котором дерево достигло высоты среза кружка
	Число слоев на кружках		в коре	без коры				
0		С-Ю						
		В-З						
		средн						
0,1		Пл. сеч.						
		С-Ю						
		В-З						
0,2		средн						
		Пл. сеч.						
		С-Ю						
0,3		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,4		С-Ю						
		В-З						
		средн						
0,5		Пл. сеч.						
		С-Ю						
		В-З						
0,6		средн						
		Пл. сеч.						
		С-Ю						
0,7		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
0,8		С-Ю						
		В-З						
		средн						
0,9		Пл. сеч.						
		С-Ю						
		В-З						
		средн						
		Пл. сеч.						
Сумма площадей сечения, м <sup>2</sup>								
Объем отрезков								
Объем ствола без вершины								
Диаметр вершины, см								
Длина вершины, м								
Объем вершинки								
Общий объем ствола								

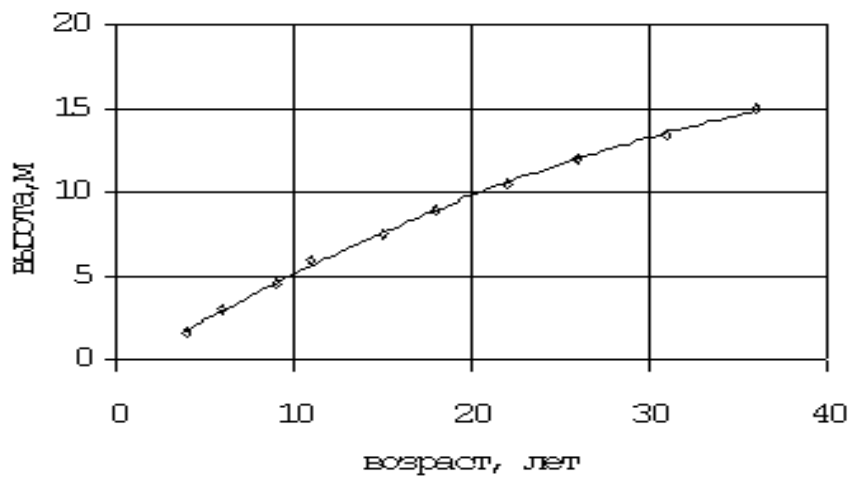
№ отрезков	Длина отрезков	Площади сечений в м <sup>2</sup> по средним диаметрам отрезков в возрасте (лет)							
		в коре	без коры						
0									
0,1									
0,2									
0,3									
0,4									
0,5									
0,6									
0,7									
0,8									
0,9									
Сумма площадей сечений отрезков, м <sup>2</sup>									
Объем _ м. отрезков, м <sup>3</sup>									
Объем вершинки, м <sup>3</sup>									
Объем стволов по возрастам, м <sup>3</sup>									

Возраст, лет	Ход роста в высоту, м		Ход роста по диаметру, см		Объем стволов в м <sup>3</sup> без коры	Годичный прирост по объему, м <sup>3</sup>		Процент текущего прироста истинного	Видовое число	Коэффициенты формы
	высота	Текущий годовой прирост по высоте	Диаметр на высоте 1,3 м без коры	Текущий годовой прирост по диаметру		текущий	средний			
36	14,9	0,3	9,5	0,2	0,0671	0,0049				
35	14,6	0,3	9,3	0,1	0,0622	0,0020				
30	13,1	0,32	8,8	0,16	0,0520	0,0029				
25	11,5	0,36	8,0	0,24	0,0375	0,0029				
20	9,7	0,46	6,8	0,34	0,0226	0,0024				
15	7,4	0,44	5,1	0,18	0,0102	0,0011				
10	5,2		4,2		0,0047					
5	2,2									

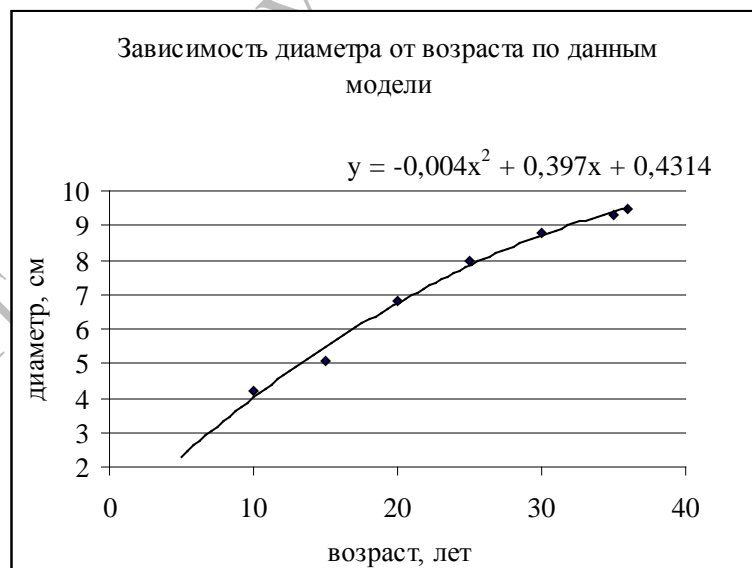
Возраст, лет	Ход роста в высоту, м		Ход роста по диаметру, см		Объем стволов в м <sup>3</sup> без коры	Годичный прирост по объему, м <sup>3</sup>		Процент текущего прироста истинного	Видовое число	Коэффициенты формы
	высота	Текущий годовой прирост по высоте	Диаметр на высоте 1,3 м без коры	Текущий годовой прирост по диаметру		текущий	средний			

Пример оформления возрастной зависимости.

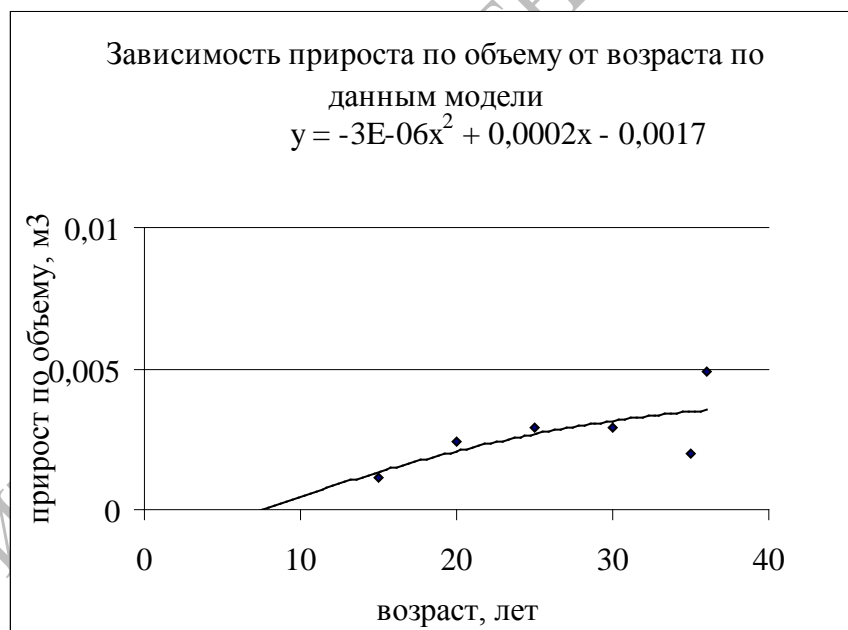
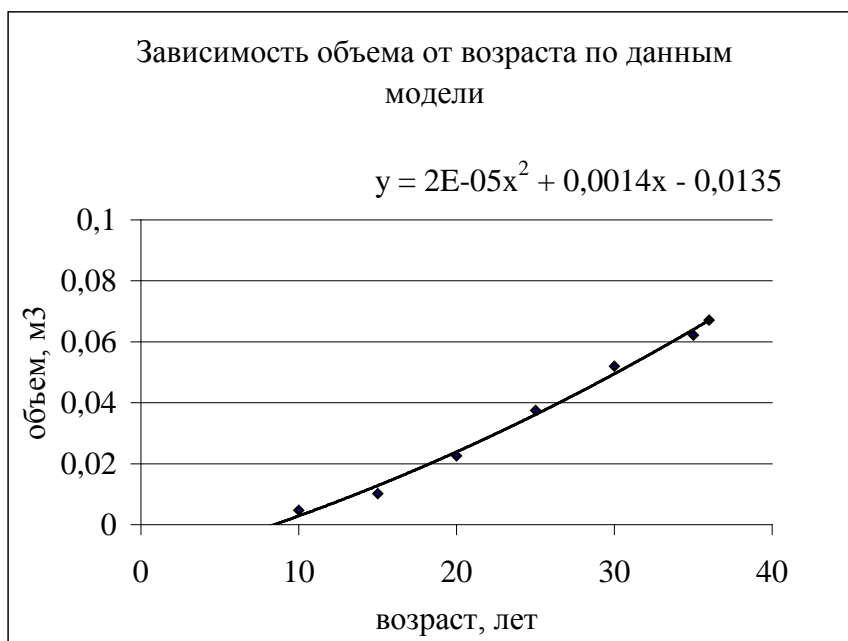
Зависимость высоты от возраста по  
данным модели



$$y = -0,0058x^2 + 0,6414x - 0,7638$$



$$y = -0,004x^2 + 0,397x + 0,4314$$



### Вопросы для самоконтроля

- 1 Охарактеризуйте метод вычисления прироста по Антанайтису, Дворецкому, Пресслеру.
- 2 Охарактеризуйте метод вычисления прироста по боковой поверхности ствола.
- 3 Охарактеризуйте метод вычисления прироста по методу срединных сечений.

## *Лабораторная работа*

**Материалы и оборудование:** данные перерчетов и замеров модельных деревьев; миллиметровка; калькуляторы или ПЭВМ.

**Цель.** Определение прироста стволовой древесины различными способами.

### *Ход работы*

1 На основе основных положений темы и данных перерчета определить прирост стволовой древесины по способу: Пресслера, Антанайтиса, Дворецкого.

2 На основе основных положений темы и данных предоставленных преподавателем провести анализ хода роста.

3 На основе основных положений темы и данных предоставленных преподавателем (Приложение С) провести анализ хода роста ствола модели, получить возрастную динамику диаметров, объемов и приростов, которую отразить регрессионными уравнениями.

## **ТЕМА 7 ТАКСАЦИЯ ЛЕСНОГО И ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА.**

**1 Промышленная сортиментация.**

**2 Выделение таксационных участков и их описание.**

### *Основные понятия по теме*

**Промышленная сортиментация.** В процессе лесоразработок в большинстве случаев преследуется цель заготовки промышленных сортиментов, удовлетворяющих потребности народного хозяйства.

Установление выхода сортиментов на пробных площадях производится всем составом бригады методом глазомерной сортиментации по модельным учетным деревьям. Сортиментации подвергается не менее 10-15% древесных стволов на пробной площади.

Учетные деревья должны отражать средние показатели деревьев по ступеням толщины. Не исключается возможность распределения моделей по классам толщины из всей совокупности стволов без подразделения на качественные категории, если применять при отборе моделей метод случайной выборки.

Для ускорения работы в лесу можно ограничиться указанием наименования сортимента, его длины и сортности. Диаметр в верхнем отрубе

устанавливается по таблицам сбег в процессе камеральной обработки собранного материала, Приложение М.

Распределение деревьев на качественные категории (деловые, полуделовые, дровяные) производится в соответствии с техническими условиями ГОСТ на сортименты круглого леса. В качестве придержки для распределения деревьев на категории принимается длина деловой части в нижней половине ствола.

К деловым относятся деревья, длина деловой части которых составляет не менее 6,5 м, а для деревьев высотой менее 20 м – более 1/3 высоты дерева. К полуделовым относятся деревья, у которых длина деловой части составляет от 2 до 6,5 м; при вычислении запаса на пробной площади полуделовые деревья распределяются поровну между деловыми и дровяными. К дровяным относят деревья с длиной деловой части менее 2 м.

Деревья, поврежденные в комлевой части ствола, если повреждение распространено не выше 2 м от пня, относят соответственно к деловым или полуделовым (когда здоровая часть имеет соответствующую длину).

Каждый обмеренный при перече ствол отмечается условными знаками в соответствии с его качественной категорией: деловые отмечаются одной чертой, полуделовые двумя чертами, дровяные тремя чертами.

Если имеются деревья, с которых можно заготовить кряжи первого сорта хвойных древесных пород по требованиям ГОСТ9463 и лиственных по ГОСТ9462, то их относят в категорию высококачественных и такие деревья отмечаются крестообразным условным знаком.

При обработке данных промышленной сортиментации все модельные деревья распределяются по ступеням толщины или классам, объем сортиментов определяется по таблицам объемов круглого леса (ГОСТ 2708-75). Общий запас и товарность ступеней или классов вычисляется по формуле:

$$M = \frac{G}{\sum g} \cdot (a + b + c + \dots + e), \text{ где}$$

$M$  – общий запас ступени или класса, м<sup>3</sup>;

$\sum g$  – сумма площадей сечений модельных стволов ступени или класса, м<sup>2</sup>;

$G$  – сумма площадей сечений всех деревьев ступени или класса;

$a, b, c, \dots, e$  – объем сортиментов, полученных при разработке модельных (учетных) деревьев.

Суммируя выход по всем ступеням или классам, получаем в результате товарность исследуемого древостоя в объемных показателях. Затем выход сортиментов в м<sup>3</sup> переводится на площадь одного гектара и выражается в процентах от общего запаса древостоя.

Кроме этого для насаждений пробных площадей проводится сортиментация и товаризация по имеющимся таблицам, Приложение Н, О.



Класс товарности устанавливается по проценту деловых стволов, среднему диаметру и высоте древостоя. Полученные данные по моделям и таблицам сравниваются и делается вывод о точности полученных данных.

**Выделение таксационных участков и их описание.** Выделение участков заключается в установлении их границ и осуществляется различными способами. Он может производиться с использованием аэрофотоснимков или без них.

Таксационные выдела должны быть достаточно однородными и резко отличаться от смежных с ними участков по происхождению, форме, составу, полноте, бонитету и другим таксационным признакам.

Помимо покрытых лесом площадей, в пределах квартала выделяются участки, не покрытые лесом, а также участки нелесной площади. К непокрытым лесом площадям относятся лесосеки, пустыри, гари, молодняки с полнотой 0,3 и менее и все остальные насаждения с полнотой менее 0,2. К нелесной площади относятся пашни, сенокосы, дороги, просеки, болота, овраги, озера, реки и др.

Насаждения выделяются на основании следующих признаков: происхождения, формы, состава, возраста, полноты насаждения, по классам бонитета и товарности, типам леса.

По происхождению насаждения различаются на естественные и искусственные, по форме – на простые и сложные. По составу насаждения выделяются только в том случае, когда различие в преобладающей породе равно 2 единицам и больше. По возрасту насаждения выделяются при различии на один класс возраста, по полноте – при различии в полноте основного яруса 0,2 и более. По классам бонитета и товарности – при различии на 1 класс бонитета и более. По типам леса таксационные участки выделяются, если при совпадении таксационных признаков – бонитета, возраста и высоты – по условиям произрастания они относятся к различным типам леса, требующим в условиях устраиваемого объекта различных хозяйственных мероприятий.

При устройстве лесов всех групп таксация леса производится глазомерным методом. Придержками при глазомерной таксации служат данные пробных площадей, таблицы хода роста, номограммы и таксационные формулы.

Важнейшей задачей таксации является правильное отнесение таксируемого насаждения к хвойному или мягколиственному хозяйствам и определение преобладающей породы древостоя. Насаждение относится к хвойному или твердолиственному хозяйству при условии если суммарная доля участия в его составе древесных пород соответствующей группы не менее 5 единиц, а в молодняках не менее 4 единиц. Если в насаждении в равных долях смешаны хвойные и твердолиственные породы с

участием мягколиственных, то при доле участия последних в составе, равной 4 единицам и менее, отнесение насаждений к хвойному или твердолиственному хозяйству производится по лучшему соответствию древесных пород типу лесорастительных условий. При доле мягколиственных пород равной 5 единицам состава, насаждение относится к хвойному или твердолиственному хозяйству только в том случае, если преобладающая среди них группа пород соответствует типу лесорастительных условий. Во всех остальных случаях насаждения относят к мягколиственному хозяйству.

Преобладающей породой в насаждении является та, которая имеет наибольший коэффициент состава в группе пород хозяйства, к которому это насаждение отнесено. При равенстве долей участия в составе двух или трех пород, относящихся к одному хозяйству, преобладающей считается та которая более соответствует цели хозяйства или типу лесорастительных условий.

*Определение площадей кварталов и выделов.* Площадь квартала чаще всего вычисляется геометрическим путем. Если конфигурация квартала неправильной формы, то его площадь следует устанавливать планиметром.

Площади выделов определяют планиметром или по миллиметровой бумаге абриса, используя ее как палетку. При масштабе планшета 1:10000 (в 1 см 100 м) 1 мм<sup>2</sup> составляет 0,01 га; 1 см<sup>2</sup> - 1 га.

Вычисленные площади округляются до 0,1 га.

Площади, занятые квартальными просеками, дорогами, реками, канавами, вычисляются отдельно как произведение средней ширины объекта на его длину.

После определения всех площадей их увязывают с общей площадью квартала, с тем, чтобы последняя была равна сумме площадей участков внутренней ситуации.

*Составление таксационного описания.* Таксационное описание составляется на основании данных журнала таксации и абриса или аэрофотоснимков.

На лицевой странице бланка таксационного описания дается характеристика квартала, указываются преобладающие насаждения по породам, возрасту, товарности и состоянию. Кратко описывается положение, рельеф, преобладающие в квартале почвы и степень их влажности. Товарная характеристика составляется только для приспевающих, спелых и перестойных насаждений.

Для каждого выдела даются хозяйственные распоряжения, вытекающие из фактического состояния насаждений. Древостои требующие по своему состоянию главной рубки, отмечаются буквой Р, постоянные се-

менные участки – буквами – ПЛСУ, и т. д. Отмечаются также насаждения, требующие рубок ухода, мелиораций и пр.

Последний раздел таксационного описания «Отметка лесхоза о происшедших изменениях после лесоустройства» заполняются лесхозом в процессе выполнения ежегодных планов хозяйств.

*Составление планшетов.* Планшеты – это основной картографический материал, от точности которого зависят лесотаксационные расчеты и другие материалы лесоустройства. Они вычерчиваются на ватмане по данным плановой геодезической съемки. Масштаб лесоустроительного планшета при устройстве по 1а-2 разряду 1:5000-1:10000.

Размер планшетных листов 60х60 см. Рабочая площадь планшета 50х50 см. В полевой период планшеты изготавливаются в карандаше с нанесением планшетных рамок, квартальной и визирной сети.

*Таблицы классов возраста, бонитета, полноты и запаса.* Для составления таблиц недостаточно площади одного или двух кварталов, поэтому для этой цели надо воспользоваться частью лесного массива.

Таблицы составляются по преобладающим породам на основании данных таксационного описания путем разнесения выделов в соответствующие графы ведомости по классам возраста. Для каждого выдела указывается номер, площадь, бонитет, тип леса, полнота и запас, а для приспевающих, спелых и перестойных насаждений – дополнительно класс товарности.

При наличии второго яруса его полнота и запас записываются под данными для первого яруса.

После занесения в таблицу всех выделов одной преобладающей породы квартала проводится черта, под которой в соответствующих графах подбиваются итоги площадей и запасов по кварталу. Затем выписываются выделы данной породы из остальных кварталов с подбивкой итогов по кварталам и по породе.

Таким же образом разносят выделы по каждой преобладающей породе. По окончании разноски всех пород подбиваются сводные итоги по всем породам.

Затем приступают к вычислению средних бонитетов, полноты и средних возрастов для каждой преобладающей породы. Они высчитываются как средневзвешенные через площади насаждений.

Средние возраста для хвойных и твердолиственных семенных древесных пород установлены 10, 30, 50, 70 и т. д.

Отдельные границы и стороны, измеренные и заснятые в натуре, инструментально показываются на плане сплошными тонкими линиями, а границы остальных выделов, как и на абрисе, – точечным пунктиром. Квартальные границы, дороги и прочие линии вычерчиваются в соответствии с принятыми условными знаками.

В середине каждого квартала пишется его номер, а под чертой в виде дроби – площадь квартала в гектарах.

Каждый таксационный выдел обозначается дробью, в числителе которой стоит номер участка и класс возраста насаждения, а в знаменателе – класс бонитета и класс возраста насаждения, а в знаменателе – класс бонитета и класс товарности для спелых и перестойных насаждений. Например, надпись  $\frac{2-V}{1-3}$  означает, что номер таксационного выдела 2, класс возраста насаждений V, класс бонитета 1, класс товарности 3.

План окрашивается с точным соблюдением установленных условных знаков. Оттенки окраски насаждений по возрастам преобладающей породы допускается не более четырех, ими выделяют: а) молодняки; б) средневозрастные; в) приспевающие; г) спелые и перестойные.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Как провести оценку товарности насаждения?
- 2 Как проводится сортиментация леса на корню?
- 3 Как отвести лесосеку?
- 4 Что такое сортиментные таблицы?

### ***Лабораторная работа***

**Материалы и оборудование:** данные перечетов и замеров модельных деревьев; миллиметровка; калькуляторы или ПЭВМ.

**Цель.** Определение товарности, сортиментации, материально денежной оценки насаждения на корню.

### ***Ход работы***

1 Образовать условный лесной массив с учетом классификации земель лесного фонда и разделения его на кварталы и таксационные выдела. Провести набор условного квартала с определением конфигурации, расположения и площади выдела. Отобразить схему их распознавания и расположения в соответствии с требованиями лесоустроительной инструкции

2 На основе основных положений темы и данных выданного задания и таблицам товарности (приведена в приложении Н, О для сосны высших разрядов) провести материально денежную оценку лесосеки (таксовая стоимость древесины и расчетная форма приведена в приложении П, Р).

## Литература

- 1 Анучин, Н. П. Лесная таксация: Учебник для вузов / Анучин, Н. П. – М: Лесная пр-сть, 1982-552с.
- 2 Багинский, В. Ф. Лесопользование в Беларуси: история, современное состояние, проблемы и перспективы / В. Ф. Багинский, Л. Д. Есимчик.- Минск: Беларуская навука, 1996.- 367с.
- 3 ГОСТ 2292-88 Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приемка. - М.: изд. Стандартов, 1988.- 12 с.
- 4 ГОСТ 9462-88, ГОСТ 9463-88, Лесоматериалы круглые. Технические условия. - М.: изд. Стандартов, 1988.- 23с.
- 5 ГОСТ 2708-75 Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов. - М.: изд. Стандартов, 1986.- 34с.
- 6 Ермаков, В. Е. Лесоустройство / В. Е., Ермаков. - Минск.: Выш. шк., 1982.- 320 с.
- 7 ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Методика закладки.- М., изд. Стандартов, 1984.- 60 с.

## Видовые числа (по М. Е. Ткаченко)

Высота ствола, м	Значение видового числа (в тысячных долях) по градациям коэффициента формы $q_2$					
	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
12	405	438	471	509	550	592
14	396	429	463	503	544	587
16	389	422	457	498	540	584
18	383	417	454	494	537	581
20	379	413	450	491	534	579
22	374	409	447	488	531	576
24	371	406	444	485	529	575
26	367	403	441	483	527	575
28	364	401	439	481	527	575
30	361	399	437	480	525	574
32	359	396	436	479	524	573
34	357	394	434	477	523	572

Приложение Б

Объемы стволов сосны при среднем коэффициенте формы  
(по Д. И. Товстолесу, 1931)

Диаметр на вы- соте 1,3 м в ко- ре, см	Высота, м, и объем ствола, м <sup>3</sup> , по разрядам высот							
	1 б		1 а		1		2	
	высота	объем	высота	объем	высота	объем	высота	объем
8	15	0,040	14	0,036	12	0,031	11	0,028
12	19	0,112	18	0,102	16	0,088	14	0,079
16	24	0,233	22	0,221	20	0,185	18	0,169
20	28	0,423	26	0,389	23	0,327	21	0,300
24	31	0,644	28	0,584	25	0,511	23	0,469
28	33	0,926	30	0,839	27	0,732	25	0,671
32	35	1,250	31	1,120	28	0,988	26	0,908
36	36	1,610	32	1,450	29	1,290	27	1,180
40	36	2,010	33	1,82	30	1,62	27	1,48
44	37	2,46	33	2,24	30	1,99	28	1,82
48	38	2,96	34	2,68	31	2,39	28	2,18
52	38	3,49	34	3,16	31	2,83	28	2,56
56	38	4,08	34	3,68	31	3,28	28	2,98
60	39	4,72	34	4,24	31	3,78	28	3,43
64	39	5,39	35	4,83	32	4,29	28	3,90

Приложение В

Объемы стволов сосны в коре при среднем коэффициенте формы  
(по Д. И. Товстолесу, 1931)

Высота, м	Диаметр на 1,3 м, см												
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
8	0,023	0,053	0,099										
10	0,027	0,061	0,114	0,179	0,267								
12	0,032	0,07	0,129	0,202	0,291	0,401	0,53						
14	0,037	0,080	0,144	0,225	0,323	0,448	0,59						
16	0,043	0,090	0,16	0,248	0,356	0,492	0,648	0,805					
18	0,049	0,102	0,175	0,272	0,391	0,536	0,708	0,89	1,095				
20		0,118	0,192	0,294	0,422	0,58	0,768	0,972	1,208	1,463	1,82	2,147	2,527
22		0,134	0,211	0,318	0,453	0,624	0,821	1,039	1,295	1,58	1,895	2,235	2,596
24			0,233	0,350	0,491	0,664	0,869	1,087	1,360	1,647	1,96	2,301	2,654
26			0,255	0,387	0,534	0,714	0,917	1,157	1,425	1,73	2,051	2,411	2,785
28				0,423	0,578	0,780	0,971	1,255	1,510	1,836	2,181	2,549	2,956
30				0,460	0,622	0,840	1,055	1,350	1,625	1,961	2,333	2,752	3,152
32						0,89	1,145	1,442	1,755	2,110	2,501	2,93	3,363



Объем стволов по разрядам высот (по Д. И. Товстолесу, 1931)

Диаметр, см	Объем ствола, м <sup>3</sup> при высоте в м по разрядам							
	1а		1		2		3	
	высота	объем	высота	объем	высота	объем	высота	объем
8	14	0,036	12	0,031	11	0,028	9	0,026
12	18	0,102	16	0,088	14	0,079	13	0,076
16	22	0,221	20	0,185	18	0,169	16	0,162
20	26	0,389	23	0,327	21	0,300	19	0,282
24	28	0,584	25	0,511	23	0,469	21	0,436
28	30	0,839	27	0,732	25	0,671	22	0,628
32	31	1,120	28	0,988	26	0,908	23	0,845
36	32	1,450	29	1,290	27	1,180	24	1,090
40	33	1,620	30	1,620	27	1,480	25	1,370
44	33	2,240	30	1,990	28	1,820	25	1,680
48	34	2,680	31	2,390	28	2,180	25	2,020
52	34	3,160	31	2,630	28	2,560	25	2,380
56	34	3,680	31	3,280	28	2,980	26	2,750
60	34	4,240	31	3,780	28	3,430	26	3,170
64	35	4,630	32	4,290	28	3,900	26	3,610
68	35	5,450	32	4,840	29	4,410	26	4,080

## Ход роста нормальных сосновых древостоев

(извлечение из ТХР В. Ф. Багинского и Ф. П. Моисеенко, 1982)

Возраст, лет	Наличный древостой				
	средние		Число ство- лов, шт/га	Сумма пло- щадей сече- ний, м <sup>2</sup> /га	Запас ство- ловой древе- сины, м <sup>3</sup> /га
	Высота, м	Диаметр, см			
	1а класс бонитета, сосняк кисличный				
20	10,2	9,1	3721	24,2	132
30	15,0	13,3	2195	30,5	226
40	19,1	17,1	1524	35,0	318
50	22,5	20,5	1169	38,6	405
60	25,4	23,6	949	41,5	484
70	27,8	26,4	802	43,9	555
80	29,9	29,0	693	45,8	618
90	31,6	31,3	615	47,3	671
100	33,0	33,4	552	48,4	715
	1 класс бонитета сосняки орляковые, мшистые и черничные				
20	9,3	7,8	4772	22,8	116
30	13,2	11,2	2862	28,2	188
40	16,7	14,5	1962	32,4	262
50	19,7	17,6	1467	35,7	333
60	22,3	20,6	1149	38,3	398
70	24,4	23,4	942	40,5	456
80	26,3	26,0	797	42,3	509
90	27,8	28,4	691	43,8	554
100	29,0	30,7	609	45,1	592
	2 класс бонитета, сосняки мшистые, брусничные и черничные				
20	8,3	5,7	8269	21,1	98
30	11,4	8,4	4674	25,9	154
40	14,4	11,3	2961	29,7	212
50	17,1	14,4	2014	32,8	271
60	19,5	17,3	1510	35,5	328
70	21,5	20,1	1185	37,6	378
80	23,2	22,7	969	39,2	422
90	24,6	25,0	827	40,6	460
100	25,7	27,1	718	41,7	492

Стандартная таблица сумм площадей сечений (G) и запасов нормальных насаждений (M) при полноте 1,0  
(извлечение из таблиц Ф. П. Моисеенко, В. Ф. Багинского, 1980)

Высота, м	сосна		ель		Береза		Осина	
	G	M	G	M	G	M	G	M
5	15,2	49	13,5	44	11,8	36	11,8	36
6	18,0	65	15,6	58	13,3	46	13,6	48
7	20,4	82	17,6	72	14,8	57	15,4	60
8	22,6	101	19,5	89	16,2	69	17,0	74
9	24,5	119	21,4	107	17,6	81	18,6	88
10	26,2	138	23,3	126	18,8	94	20,2	104
11	27,6	157	25,0	146	20,1	109	21,6	121
12	28,9	177	26,7	167	21,2	123	23,0	138
13	30,1	197	28,4	190	22,4	139	24,3	156
14	31,2	217	29,9	213	23,4	154	25,6	174
15	32,1	236	31,4	237	24,4	171	26,7	193
16	33,0	257	32,9	263	25,4	188	27,9	213
17	33,8	277	34,2	288	26,3	205	28,9	233
18	34,6	296	35,6	315	27,2	222	30,0	254
19	35,3	318	36,8	341	28,0	240	30,9	275
20	36,0	340	38,0	369	28,8	258	31,8	296
21	36,7	361	39,1	396	29,6	277	32,7	318
22	37,3	383	40,2	424	30,3	295	33,5	340
23	38,0	405	41,2	453	31,0	314	34,2	361
24	38,6	428	42,1	481	31,6	333	34,9	383
25	39,3	452	43,0	507	32,2	352	35,6	406
26	39,9	476	43,8	538	32,8	372	36,2	427
27	40,5	500	44,5	566	33,4	391	36,8	450
28	41,1	524	45,2	594	33,9	411	37,4	472
29	41,6	548	45,8	622	34,4	430	37,9	495
30	42,1	572	46,3	649	34,9	450	38,4	517
31	42,5	595	46,8	675	35,3	470	38,8	539
32	42,9	618	47,2	701	35,8	490	39,2	561
33	43,1	639	47,5	726	36,2	510	39,6	583
34	43,3	659	47,8	751	36,6	530	40,0	605
35	43,4	679	48,0	775	37,0	550	40,3	625

Приложение Ж

Объемы маломерных стволов сосны по высоте и диаметру

Высота, м	Объем ствола, дм <sup>3</sup> (числитель) и число стволов, шт (знаменатель) по градациям диаметра в коре на высоте 1,3 м									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
2	0,63	2,53								
	1587	395								
3	0,76	3,04								
	1315	329								
4	0,91	3,63	6,83							
	1098	272	146							
5	1,05	4,19	9,43	16,76						
	952	238	106	60						
6	1,19	4,75	10,69	19,00						
	848	212	94	53						
7		5,30	11,91	21,18	33,10	47,66				
		189	84	47	30	21				
8		5,85	13,16	23,41	36,57	52,66				
		170	76	43	27	19				
9		6,39	14,38	25,56	39,94	57,51	78,26			
		156	70	39	25	17	13			
10			15,58	27,70	43,28	62,32	84,8	110,81		
			64	36	23	16	12	9		
11			16,32	29,92	46,74	67,31	91,59	119,68	151,45	
			61	33	21	15	11	8	6	
12				32,09	50,14	72,2	98,25	128,38	162,47	200,59
				31	20	14	10	8	6	5
13					53,6	77,19	105,04	137,25	173,7	154,44
					18	13	10	7	6	5

Приложение 3

Параметры корреляционных уравнений

Порода	Пределы изменения высот	Коэффициенты уравнения	
		a	b
Сосна естественного происхождения	5-30	0,440	1,130
Сосна искусственного происхождения (лесные культуры)	5-35	0,408	1,222
Ель	5-35	0,425	1,341
Дуб	11-34	0,432	0,921
Ясень	7-35	0,401	1,605
Клен	3-35	0,429	0,674
Береза	15-35	0,397	1,029
Осина	5-35	0,420	0,888
Ольха черная	4-34	0,452	0,737
Граб	8-40	0,387	0,566
Липа	8-30	0,430	0,980

Приложение И

Заготавливаемые лесоматериалы в круглом виде

Назначение лесоматериалов	Порода древесины	Сорт	Толщина, см	Длина, м	Градации по длине, м
извлечение из ГОСТ9463-88, с доп. №682 от 30.03.90					
1. для выработки пиломатериалов и заготовок общего назначения (пиловочник)	Сосна, ель, пихта, лиственница	1,2,3	14 и более	3,0-6,5	0,25
9. для выработки сульфатной целлюлозы и бисульфатной полуцеллюлозы (балансы)	Сосна, ель, пихта, кедр, лиственница	1,2,3	6-24	0,75; 1,0; 1,1; 1,2; 1,25; 2,0 и кратные им	--
14. для строительства (стройбревно)	Сосна, ель, пихта, лиственница	1,2	14-24	3,0-6,5	0,5
17. для разделки на рудничную стойку (рудстойка)	Сосна, ель, пихта, лиственница, кедр	1,2	7-24	4,0-6,5	0,5
Извлечение из ГОСТ9462-88					
для выработки пиломатериалов, строительства, мебели и других назначений (пиловочник)	Все породы; дуб, бук, ясень и клен	1,2,3	14 и более	Не менее 3,0 м	0,50
		,4		Не менее 1,0 м	0,10
10. для сульфатной, сульфитной целлюлозы (балансы)	Береза, осина, тополь, ольха, бук и граб	2,3	8-24	0,75; 1,0; 1,1; 1,2; 1,25; 2,0 и кратные им	--
13. для построек различного назначения а) подтоварник б) стройбревно	Все породы	2,3	8-11	Не менее 3,00	0,25
			12-24	4,00-6,50	0,50
Извлечение из ГОСТ3243-88					
Дрова	Хвойные и лиственные		3 и более	0,25;0,33;0,50;0,75;1,00 и кратные им	

Приложение К

Запас технической зелени в сосновых и еловых древостоях, в кг приходящийся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины  
(По А. М. Кожевникову, В. М. Ефименко, В. Ф. Решетникову, 1982)

Возраст древостоя, лет	Количество и зелени в сыром состоянии по классам бонитета, кг/м <sup>3</sup>			
	Ia	I	2	3
	Сосновые насаждения с полнотой 0,7-0,8			
20	197	224	262	286
30	127	144	165	185
40	95	105	120	140
50	74	81	94	111
60	62	67	77	92
70	52	58	65	80
80	45	48	56	68
	Еловые насаждения с полнотой 0,7-0,8			
20	641	792	903	
30	364	438	496	
40	244	286	323	
50	174	206	232	
60	137	158	176	
70	110	125	138	
80	89	102	112	

Запасы приведены для летнего периода. В остальное время года они уменьшаются: в молодняках на 25%; средневозрастных и приспевающих на 20%. При сухой погоде или зимой и реализации зелени в течении 2-3 суток приведенный сырой вес уменьшается на 18-26%. Потери при валке, трелевке изменяются от 10% в молодняках до 30% в остальных классах возраста.

Приложение Л

Запас сучьев с корой в сосновых и еловых древостоях

Возраст древостоя, лет	Количество сучьев с корой по классам бонитета, кг/м <sup>3</sup>			
	1а	1	2	3
Сосновые насаждения с полнотой 0,7-0,8				
20	157	166	175	184
30	141	144	148	151
40	127	130	133	136
50	119	122	124	127
60	112	114	117	119
70	106	108	111	113
80	99	101	104	106
Еловые насаждения с полнотой 0,7-0,8				
20	231	274	330	
30	166	197	234	
40	128	150	178	
50	107	128	150	
60	94	110	129	
70	79	95	110	
80	70	82	97	

Потери сучьев при валке, трелевке изменяются от 10 до 15%.



Приложение М

Таблицы сбега для сосны  
(извлечение из таблиц сбега В. К. Захарова)

Разряд высот	Н от ос- нования ствола, м	Диаметр на 1,3 в коре, см										
		20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
		диаметр, см, без коры										
Первый А	3	17	20,3	23,8	27,2	30,8	34,2	37,9	41,1	44,9	48,5	51,9
	5	16,3	19,4	22,8	26	29,5	32,9	36,4	39,4	42,9	46,3	49,7
	7	15,4	18,5	21,8	24,9	28,1	31,4	34,7	37,5	40,8	44,2	47,5
	9	14,3	17,4	20,8	23,8	26,8	30,1	33,1	35,9	39,1	42,2	45,4
	11	13,3	16,4	19,7	22,6	25,6	28,7	31,7	34,4	37,5	41,3	43,4
	13	12,2	15,3	18,6	21,4	24,3	27,3	30,1	32,9	35,9	38,5	41,4
	15	11,3	14,3	17,4	20,2	23	25,9	28,5	31,3	34,1	36,6	39,4
	17	10,6	13,3	16,4	18,9	21,7	24,4	27	29,7	32,2	34,7	37,2
Высота стволов		26	28	30	31	32	33	33	34	34	34	34
первый	3	16,7	20,1	23,6	26,9	30,5	34	37,4	41	44,5	48,1	51,6
	5	15,9	19	22,3	25,5	28,9	32,3	35,4	38,8	42,2	45,5	49
	7	14,6	18	21,1	24,2	27,5	30,7	33,6	36,6	39,9	42,9	46,3
	9	13,6	16,9	20	23,1	26,1	29,2	32,1	35	38	40,9	44
	11	12,7	15,9	19	21,9	24,8	27,9	30,6	33,5	36,4	39,2	42,1
	13	11,5	14,8	17,9	20,6	23,5	26,4	29,2	32	34,7	37,4	40
	15	10,1	13,5	16,5	19,3	22,2	25,1	27,6	30,3	32,9	35,5	38
	17	8,6	11,9	14,8	17,6	20,2	23,1	25,6	28,2	30,8	33,2	35,6
Высота стволов		23	25	27	28	29	30	30	31	31	31	31
второй	3	16,2	19,8	23,1	26,4	30,2	33,8	37,2	40,8	44,3	47,9	51,3
	5	15,5	18,8	21,8	25	28,4	31,8	35	39,3	41,5	45	48,2
	7	14,4	17,5	20,7	23,8	26,9	30,1	33,1	36,3	39,1	42,3	45,5
	9	13,4	16,5	19,5	22,5	25,6	28,7	31,5	34,4	37,2	40,2	43,1
	11	12,4	15,5	18,4	21,3	24,3	27,2	29,9	32,7	35,3	38,3	40,9
	13	10,8	14,2	17,3	20,1	22,8	25,6	28,1	31	33,5	36,2	38,7
	15	9,1	12,5	15,6	18,3	21	23,6	26,3	28,9	31,4	34	36,2
	17	6,7	10,4	13,4	16,2	18,7	21	23,6	25,9	28,3	30,7	32,8
Высота стволов		21	23	25	26	27	27	28	28	28	28	28

Товарная таблица для сосновых насаждений  
(извлечение из товарных таблиц  
В. Ф. Багинского, А. Г. Костенко, 1978г)

Дер	Н, м	Деловая в %				Дрова%	Ликвид%	Отходы%
		крупная	Средняя	Мелкая	Итого			
1 класс товарности								
16	13		30	51	81	8	89	11
16	17		35	46	81	8	89	11
16	21		47	35	82	7	89	11
20	15	5	51	26	82	7	89	11
20	20	5	55	23	83	6	89	11
20	25	5	60	19	84	5	89	11
24	17	15	55	14	84	4	88	12
24	22	15	57	12	84	4	88	12
24	27	15	58	11	84	4	88	12
28	18	29	48	7	84	4	88	12
28	23	30	48	6	84	4	88	12
28	29	30	48	6	84	4	88	12
32	19	42	39	4	85	3	88	12
32	24	44	38	3	85	3	88	12
32	30	45	37	3	85	3	88	12
36	19	48	34	3	85	3	88	12
36	25	54	29	2	85	3	88	12
36	32	56	28	1	85	3	88	12
40	19	54	30	2	86	3	89	11
40	26	62	23	1	86	3	89	11
40	33	65	21	1	87	2	89	11
2 класс товарности								
12	10,5		7	67	74	13	87	13
12	13,5		7	62	69	20	89	11
12	17,0		19	52	71	18	89	11
16	13,0		29	45	74	14	88	12
16	17		31	41	72	17	89	11
16	21		42	30	72	17	89	11
20	15	4	47	23	74	15	89	11
20	20	4	49	21	74	15	89	11
20	25	4	52	18	74	15	89	11
20	17	13	49	12	74	15	89	11
24	22	13	50	11	74	15	89	11
24	27	13	51	10	74	15	89	11
24	18	26	42	7	75	15	90	10
28	23	26	43	6	75	15	90	10
28	29	26	43	6	75	15	90	10
28	19	37	35	3	75	15	90	10
32	24	39	33	3	75	15	90	10
32	30	39	33	3	75	15	90	10
32	19	43	30	2	75	15	90	10
36	25	48	25	2	75	15	90	10
36	32	48	25	2	75	15	90	10
36	19	47	26	2	75	15	90	10
40	26	54	20	1	75	15	90	10
40	33	56	19	1	76	14	90	10

Сортиментные таблицы для сосны  
(извлечение из сортиментных таблиц Ф. П. Моисеенко, 1972г)

Сортиментные таблицы для сосны (по Ф. П. Моисеенко)

Д, м	Н, м	Объем, м <sup>3</sup>		Деловая древесина				Дрова, м <sup>3</sup>	Ликвид из кроны, м <sup>3</sup>	Отходы, м <sup>3</sup>	В том числе сортименты	
		Ствола в коре	Ликвид дерева	круглая	средняя	мелкая	итого				Пиловоочник и строевые	Тонкий кругляк
8	14	0,036			разряд высот 1А				0,006			0,03
12	18	0,10			0,03	0,03			0,01			0,08
16	22	0,22			0,08	0,08	0,01		0,03	0,08		0,10
20	26	0,39		0,08	0,10	0,18	0,01		0,05	0,24	0,17	0,08
24	28	0,58		0,24	0,08	0,32	0,02	0,01	0,07	0,44	0,27	0,05
28	30	0,84		0,44	0,05	0,49	0,02	0,01	0,10	0,65	0,39	0,06
32	31	1,12	0,38	0,56	0,06	0,71	0,03	0,01	0,13	0,94	0,53	
36	32	1,45	0,84	0,37		0,94	0,05	0,01	0,18	1,21	0,70	
40	33	1,82	1,05	0,51		1,21	0,06	0,02	0,20	1,56	0,87	
44	33	2,24	1,67	0,23		1,56	0,06	0,03	0,25	1,90	1,09	
48	34	2,68	1,98	0,30		1,90	0,09	0,03	0,31	2,28	1,29	
52	34	4,24	2,53	0,17		2,28	0,09	0,05	0,35	2,70	1,53	
56	34	4,83	2,93	0,22		2,70	0,10	0,06	0,40	3,15	1,85	
60	34	5,45	3,37	0,27		3,15	0,13	0,07	0,44	3,64	2,13	

Сортиментные таблицы для сосны (по Ф. П. Моисеенко)

Д,з	Н,м	Объем, м <sup>3</sup>		Деловая древесина				Дрова, м <sup>3</sup>	Листва из кроны, м <sup>3</sup>	Отходы, м <sup>3</sup>	В том числе сортименты	
		Ствола в коре	Листва дерева	крутная	средняя	мелкая	итого				Лиловочник и стройбревно	Тонкий кругляк
					разряд высот 1							
8	12	0,031	0,031			0,024	0,024			0,007		0,02
12	16	0,09	0,09			0,07	0,07	0,01		0,01		0,07
16	20	0,19	0,19		0,08	0,08	0,16	0,01		0,02	0,08	0,08
20	23	0,33	0,33		0,19	0,09	0,28	0,01		0,04	0,19	0,09
24	25	0,51	0,52		0,38	0,06	0,44	0,01	0,01	0,06	0,38	0,25
28	27	0,73	0,74		0,58	0,05	0,63	0,01	0,01	0,09	0,58	0,36
32	28	0,99	1,00	0,37	0,44	0,05	0,86	0,01	0,01	0,12	0,86	0,49
36	29	1,29	1,31	0,73	0,31	0,07	1,11	0,02	0,02	0,16	1,11	0,65
40	30	1,62	1,64	1,02	0,39		1,41	0,03	0,02	0,18	1,41	0,81
44	30	1,99	2,02	1,23	0,48		1,71	0,04	0,03	0,24	1,71	0,98
48	31	2,39	2,43	1,89	0,17		2,06	0,06	0,04	0,27	2,06	1,16
52	31	2,83	2,89	2,23	0,21		2,44	0,06	0,06	0,33	2,44	1,37
56	31	3,28	3,34	2,59	0,24		2,83	0,09	0,06	0,36	2,83	1,66
60	31	3,78	3,86	2,97	0,28		3,25	0,10	0,08	0,43	3,25	1,91

Сортиментные таблицы для сосны (по Ф. П. Моисеенко)

Д,з	Н,м	Объем, м <sup>3</sup>		Деловая древесина				Дрова, м <sup>3</sup>	Ликвид из кроны, м <sup>3</sup>	Отходы, м <sup>3</sup>	В том числе сортименты	
		Ствола в коре	Ликвид Дерева	крупная	средняя	мелкая	итого				Лиловочник и стройбревно	Тонкий кругляк
8	11	0,028	0,028				разряд высот 2			0,006		0,022
12	14	0,08	0,08					0,01		0,01		0,06
16	18	0,17	0,17					0,01		0,02		0,14
20	21	0,30	0,30				0,18	0,01		0,04	0,18	0,15
24	23	0,47	0,47				0,35	0,01		0,06	0,35	0,23
28	25	0,68	0,69				0,52	0,03	0,01	0,08	0,52	0,34
32	26	0,91	0,93	0,37	0,37	0,04	0,37	0,02	0,02	0,11	0,78	0,46
36	27	1,18	1,20	0,58	0,44		0,44	0,02	0,02	0,14	1,02	0,60
40	27	1,48	1,51	0,99	0,29		0,29	0,03	0,03	0,03	1,28	0,76
44	28	1,82	1,87	1,20	0,37		0,37	0,04	0,05	0,05	1,57	0,92
48	28	2,18	2,25	1,72	0,16		0,16	0,05	0,07	0,07	1,88	1,10
52	28	2,56	2,64	2,02	0,19		0,19	0,07	0,08	0,08	2,21	1,29
56	28	2,98	3,09	2,35	0,23		0,23	0,08	0,09	0,11	2,58	1,57
60	28	3,43	3,56	2,70	0,27		0,27	0,09	0,11	0,13	2,97	1,80

Приложение П

Таксы на древесину лесных пород, отпускаемую на корню  
(Извлечение из Постановления СМ Р Б от 22.01.2004г, № 65)

Разряд такс	Такса (рублей за 1 плотный м <sup>3</sup> )			
	Деловая древесина (без коры)			Дровяная древесина (в коре)
	крупная	средняя	мелкая	
Рубки главного пользования				
Сосна, лиственница				
1	14025	9360	6240	113
2	9840	6540	4350	81
3	8085	5400	3600	71
4	7140	4755	3180	62
5	6270	4185	2790	51
Дуб, ясень, клен				
1	48015	24015	13350	191
2	34020	16995	9435	138
3	28125	14055	7815	113
4	25320	12645	7020	113
5	22755	11385	6315	101
Береза, граб, липа				
1	5820	3630	2430	171
2	4155	2610	1740	116
3	3180	1980	1320	107
4	2325	1452	966	90
5	1665	1043	698	71
Осина, ольха серая				
1	1203	753	500	26
2	875	545	365	20
3	632	393	264	14
4	425	267	177	14
5	243	152	101	11

## Приложение Р

Отнесение кварталов к лесотаксационным разрядам производится исходя из расстояния от центра квартала до пункта вывозки древесины:

Лесотаксовые разряды	1	2	3	4	5
Расстояние до пункта вывозки древесины	До 10, 10,1-25	25,1-40	40,1	60	60,1 и более

К крупной древесине всех лесных пород относятся отрезки ствола диаметром ( в верхнем торце, без коры) от 26 см и более, к средней – от 14 до 24 см, и к мелкой – от 6 до 13 см.

## Приложение С

Карточка средних данных пробных площадей для составления возрастной динамики параметров насаждения

Данные рабочего задания						Рассчитываемые показатели*					
№ п/п	А, лет	Н ср., м	N, шт/га	$\Sigma G$ , м <sup>2</sup> /га	i ср./мм/год	Дер, см	F, 0,001	M, м <sup>3</sup> /га	$Z_M^{cp}$ , м <sup>3</sup> /ГО д	$\Sigma S_{бок}$ , м <sup>2</sup>	$Z_{тек}^{M-3}$ , м <sup>3</sup> , год
1	15	8,0	5500	16,0	6,1	2,30	581	74	5,0	4943	9,66
2	18	9,0	5140	18,0	6,7	1,94	566	92	5,1	5702	9,40
3	20	8,4	4760	22,0	7,7	1,72	575	106	5,3	5662	8,28
4	23	10,0	4490	23,0	8,1	1,55	553	127	5,5	6693	8,82
5	25	12,0	3900	24,0	8,9	1,35	534	154	6,2	7646	8,80
6	27	14,0	3250	23,8	9,7	1,20	521	174	6,4	8110	8,27
7	32	16,0	3100	28,0	10,7	1,04	511	229	7,1	9818	8,68
8	30	13,5	2860	27,5	11,1	1,11	524	194	6,5	7885	7,43
9	35	17,0	2560	31,0	12,4	0,98	506	267	7,6	9974	8,27
10	33	15,0	2800	28,0	11,3	1,01	515	216	6,6	8748	7,53
11	38	17,9	2100	32,2	14,0	0,95	503	290	7,6	9695	7,83
12	40	16,9	1960	33,0	14,6	0,93	507	283	7,1	8952	7,08
13	45	19,0	1400	33,4	17,4	0,87	499	317	7,0	8557	6,33
14	48	20,0	1260	34,2	18,6	0,85	497	340	7,1	8647	6,26
15	50	20,7	1470	35,0	17,4	0,82	495	358	7,2	9779	6,85
16	50	21,0	1220	34,0	18,8	0,82	494	353	7,1	8908	6,21
17	52	23,0	1350	35,8	18,4	0,80	489	403	7,7	10531	7,16
18	55	24,0	1200	36,0	19,5	0,79	487	421	7,7	10389	6,98
19	58	24,8	1350	36,0	18,4	0,78	486	434	7,5	11387	7,52
20	60	23,2	1160	38,0	20,4	0,79	489	431	7,2	10145	6,81
* показатели приведены в невыравненном виде											

Учебное издание

Ефименко Владимир Макарович

## ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**  
по выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности  
1-75 01 01 «Лесное хозяйство»

*В авторской редакции*

Подписано в печать 10.06.2007г. (43) Формат 60x84 1/16  
Бумага писчая № 1. Гарнитура «Таймс». Усл. п. л. 4,0  
Уч.-изд. л. 3,2. Тираж 25 экз.

Отпечатано с оригинал-макета на ризографе  
в учреждении образования  
«Гомельский государственный университет  
Имени Франциска Скорины»  
Лицензия № 02330/0056611 от 16.02.04.  
246019, г.Гомель, ул. Советская, 104.