



Т.С. Воробьева  
Г.В. Анчугова

# **ТАКСАЦИЯ ЛЕСА И ЛЕСОУСТРОЙСТВО**

Екатеринбург  
2015

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра лесной таксации и лесоустройства

Т.С. Воробьева

Г.В. Анчугова

# **ТАКСАЦИЯ ЛЕСА И ЛЕСОУСТРОЙСТВО**

Учебно-методическое пособие и контрольные задания  
для студентов очной и заочной форм обучения;  
направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»  
и 05.03.06 «Экология и природопользование»

Екатеринбург  
2015

Печатается по рекомендации методической комиссии Института леса и природопользования.

Протокол № 1 от 01 сентября 2014 года.

Рецензент – Тишкина Е.А., канд. с.-х. наук, доцент кафедры ботаники и защиты леса Уральского государственного лесотехнического университета

Редактор А.Л. Ленская

Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

---

Подписано в печать 24.04.15

Плоская печать

Заказ №

Формат 60×84 1/16

Печ. л. 2,56

Поз. 42

Тираж 10 экз.

Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Таксация леса и лесоустройство» относится к циклу профессиональных дисциплин и входит в состав вариативной части ООП для бакалавров (направления 21.03.02 и 05.03.06). В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, учебным планом, типовой и рабочей программами студенты должны освоить дисциплину на таком уровне, чтобы иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах организации и развития лесного хозяйства, путях и перспективах развития науки о таксации леса и лесоустройству, знать действие ГОСТов, ОСТов, ТУ, правила, наставления и другие нормативно-технические и нормативно-справочные материалы, применяемые при лесохозяйственных и лесочетных работах. Студенты должны научиться пользоваться лесотаксационными приборами, инструментами, нормативно-справочными таблицами и планово-картографическими материалами, знать методы определения морфометрических признаков отдельных деревьев и их совокупностей, древостоев и насаждений, знать способы выражения и оценки запаса, строения древостоев, владеть методами оценки древесины на отведенных в рубку площадях, знать организацию лесохозяйственного процесса на предприятиях лесной отрасли.

Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности бакалавров:

- земельные и другие виды природных ресурсов;
- категории земельного фонда;
- зоны с особыми условиями использования территории;
- зоны специального правового режима.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Изучать дисциплину рекомендуется в следующей последовательности по темам:

1. Введение в таксацию леса, цели и задачи. Объекты и методы таксации. Краткая история развития лесной таксации.
2. Таксационные измерения и инструменты.
3. Таксация срубленного дерева и его составных частей.
4. Таксация лесных материалов.
5. Таксация растущих деревьев и их совокупностей.
6. Таксация насаждений.
7. Запас древостоя и методы его определения.
8. Таксация древесного прироста.
9. Таксация лесосечного фонда.
10. Предмет лесоустройства, цели и задачи.

11. Принцип непрерывного неистощительного пользования лесом.
12. Лесоводственно-технические формы лесного хозяйства.
13. Спелости леса.
14. Оборот рубки, возраст рубки, оборот хозяйства.
15. Образование хозчастей и хозсекций.
16. Организация лесоустроительных работ.
17. Расчетная лесосека.

Изучение каждой темы необходимо сопровождать практикой использования инструментов и таблиц (стандартной, хода роста, объемов стволов, сортиментных и товарных).

Студент-заочник по дисциплине "Таксация леса и лесоустройство" высылает в деканат контрольную работу, которая состоит из письменных ответов на вопросы и расчетной части. Задания сведены в 5 вариантов. Первый вариант выполняют студенты, фамилии которых начинаются с букв А, Е, Л, Х, Э; второй - с букв Б, Ж, М, С, Ц, третий - с В, З, Н, Т, Ч, Ю; четвертый - с Г, И, О, У, Ш, Я и пятый - с букв Д, К, П, Р, Ф, Щ.

Ответы в текстовой части на вопросы должны быть полными по содержанию, но, желательно, краткими по форме. Само изложение должно быть в рукописном варианте. Дословная переписка из книги (кроме определений) не допускается. При обнаружении таковой работа будет возвращена. На титульном листе контрольной работы указывается: университет, кафедра, факультет, шифр направления, курс, фамилия, имя, отчество студента, № зачетной книжки.

При выполнении расчетной части данные необходимо представить в форме, приведенной в образцах. При выписывании исходных цифр по вариантам обязательно сделать их сверку.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
2. Нагимов З.Я. Таксация леса: учебное пособие / З.Я. Нагимов, И.Ф. Коростелев, И.В. Шевелина. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. 300 с.
3. Нагимов З.Я. Таксационные приборы и инструменты / З.Я. Нагимов, И.Ф. Коростелев, И.В. Шевелина. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2003. 142 с.
4. Нагимов З.Я. Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала. Нормативы по таксации деревьев и древостоев. Часть 1: учебное пособие / З.Я. Нагимов, Л.А. Лысов, И.Ф. Коростелев, С.В. Соколов, В.М. Соловьев, Б.С. Фимушин, И.В. Шевелина, Г.В. Анчугова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 160 с.

5. Нагимов З.Я. Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала. Рост деревьев по преобладающим породам. Часть 2: учебное пособие / З.Я. Нагимов, Л.А. Лысов, И.Ф. Коростелев, С.В. Соколов, И.В. Шевелина, Г.В. Анчугова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2003. 296 с.

6. Нагимов З.Я. Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала. Сортиментная и товарная структура древостоев. Часть 3: учебное пособие / З.Я. Нагимов, Л.А. Лысов, В.М. Соловьев, И.Ф. Коростелев, С.В. Соколов, И.В. Шевелина, Б.С. Фимушин, Г.В. Анчугова, Т.С. Бабенко. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. 435 с.

7. Ушаков А.И. Справочник по учету лесоматериалов: справочное пособие для профтехучилищ. М.: Экология, 1994. 208 с.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

### Вариант 1

1. Задачи и объекты лесной таксации.
2. Таблицы объема и сбег стволов.
3. Таксация круглых лесоматериалов в складочной мере.
4. Понятие о насаждениях и элементах леса.
5. Запас древостоя (определение запаса по таблицам объемов).
6. Класс товарности древостоев.
7. Определение высоты растущих (по геометрическому принципу) и длины срубленных деревьев.
8. Полнодревесность ствола, видовые числа и их определение.
9. Понятие о приросте дерева. Классификация и соотношение приростов.
10. Расчетная часть.

### Вариант 2

1. Методы лесной таксации.
2. Понятие о совокупности отдельных деревьев.
3. Таксация пиленых лесоматериалов.
4. Происхождение элемента леса и его определение при таксации насаждения.
5. Запас древостоя (определение запаса по кривой объемов).
6. Ярус. Основание для выделения ярусов в насаждении.
7. Определение высоты растущих (по оптическому принципу) и длины срубленных деревьев.
8. Физические методы определения объема ствола.
9. Методы определения прироста по объёму (методы Турского и Дворецкого).
10. Расчетная часть.

Вариант 3

1. Ошибки измерений.
2. Определение запаса и товарной структуры совокупности отдельных деревьев.
3. Таксация колотых, строганых, тёсаных и лущёных лесоматериалов.
4. Средний диаметр и  $\Sigma G$  древостоя и их определение.
5. Запас древостоя (определение запаса по средним модельным деревьям древостоя).
6. Таксационные показатели яруса (определение состава, средней высоты).
7. Площадь поперечного сечения ствола, формулы для ее определения.
8. Таксация объёма ствола по сложным формулам.
9. Методы определения прироста по объёму (при определении объёма по простой и сложной формулам Губера).
10. Расчетная часть.

Вариант 4

1. Таксационные измерения (символика таксационных показателей, единицы и точность измерений).
2. Классификация и назначение лесоматериалов.
3. Таксация хлыстов.
4. Теория круговых проб В. Битерлиха. Применение полнотомера и призмы Анучина при определении сумм площадей сечений древостоя.
5. Запас древостоя (определение запаса по среднему видовому числу).
6. Таксационные показатели яруса (определение полноты и запаса яруса).
7. Определение возраста дерева.
8. Определение объёма ствола по простым формулам.
9. Методы определения прироста по объёму (по боковой поверхности ствола и по относительному приросту).
10. Расчетная часть.

Вариант 5

1. Основные части и таксационные показатели отдельного дерева.
2. Таксация круглых лесоматериалов в плотной мере.
3. Определение высоты растущих (по тригонометрическому принципу) и длины срубленных деревьев.
4. Средняя высота древостоя и ее определение.
5. Запас древостоя (определение запаса по прямой объемов).
6. Таксационные показатели насаждения (тип леса, класс бонитета, класс возраста, преобладающая порода).
7. Сбег ствола. Коэффициенты и классы формы.

8. Приближенные способы определения объёма ствола растущего дерева.
9. Товарная структура ствола.
10. Расчетная часть.

## ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Исходные данные приведены в табл. 1 по разделу «Таксация отдельного дерева». Студент для своего варианта определяет таксационные показатели дерева.

1. Объём ствола в коре и без коры по сложной формуле срединного сечения по двухметровым отрезкам (табл. 2). Таблица для определения объемов двухметровых отрезков приведена в Приложении 1, а объемы вершинок - в Приложении 2.

2. Объём ствола в коре и без коры по простым формулам среднего и срединного сечения (табл. 3).

3. Объём ствола по таблицам объемов (табл. 4) по ГОСТ 2708-75 - Приложение 3.

4. Процент отклонения полученных результатов от объёма, вычисленного по сложной формуле срединного сечения.

5. Объём сортиментов по секциям и ГОСТ 2708-75. Дерево условно принимается как деловое, не имеющее пороков, кроме сучьев.

Перечень заготавливаемых круглых лесоматериалов можно ограничить следующими наименованиями:

- брёвна для распиловки, строительства: длиной 4 - 7 м с градацией 0,5 м, диаметр в верхнем отрубе без коры не менее 14 см;

- балансы, рудстойка: длиной 1 - 6 м с градацией 1 м при диаметре в верхнем отрубе 6 - 13 см;

- дрова: длиной до 3 м, кратностью 1 м, с диаметром в верхнем отрубе в коре не менее 3 см.

Саму разделку на лесоматериалы следует производить с учетом диаметров двухметровых отрезков. Если диаметр определяется внутри секции, то используют интерполяцию. Например, 1-е бревно длиной 6,5 м. Значит, диаметр в коре будет между 25,8 см (на 5 м) и 23,7 см (на 7 м), а именно:

$$25,8 \text{ см} - 23,7 \text{ см} = 2,1 \text{ см}; \quad 2,1 \text{ см} : 4 = 0,5 \text{ см}; \quad 23,7 \text{ см} + 0,5 \text{ см} = 24,2 \text{ см}.$$

Соответственно объём сортимента будет

$$V_c = 0,1248 \text{ м}^3 + 0,1162 \text{ м}^3 + 0,1046 \text{ м}^3 + (0,0882 \text{ м}^3) / 4 = 0,3676 \text{ м}^3.$$



Исходные данные для контрольной работы по вариантам (10-й вопрос задания)

Высота от пня, м	1-й вариант			2-й вариант			3-й вариант			4-й вариант			5-й вариант		
	Порода - сосна Возраст - 101 год Высота - 25,6 м Прирост по Н за 10 лет - 1,7 м Крона - 32 % Рост - умеренный			Порода - сосна Возраст - 106 лет Высота - 26,4 м Прирост по Н за 10 лет - 1,8 м Крона - 34 % Рост - умеренный			Порода - сосна Возраст - 104 года Высота - 24,9 м Прирост по Н за 10 лет - 1,2 м Крона - 30 % Рост - умеренный			Порода - ель Возраст - 147 лет Высота - 26,2 м Прирост по Н за 10 лет - 1,6 м Крона - 77 % Рост - умеренный			Порода - ель Возраст - 185 лет Высота - 25,2 м Прирост по Н за 10 лет - 1,5 м Крона - 60 % Рост - умеренный		
	Диаметр дерева, см														
	в коре	без коры	10 лет назад	в коре	без коры	10 лет назад	в коре	без коры	10 лет назад	в коре	без коры	10 лет назад	в коре	без коры	10 лет назад
0	40,1	38,0	36,7	37,2	33,1	31,8	39,5	36,1	34,3	30,5	29,0	26,8	30,0	28,3	27,2
1,3	27,9	26,8	25,8	26,8	25,6	24,5	27,8	25,9	24,3	27,0	25,7	24,0	25,7	24,5	23,5
1	28,1	27,0	26,1	27,0	25,7	24,6	28,0	26,0	24,3	27,1	25,7	24,1	26,0	24,7	23,7
3	27,2	26,3	25,4	25,6	24,6	23,5	27,0	25,4	23,8	24,2	23,7	22,6	24,2	23,4	22,6
5	25,7	24,9	23,9	23,4	22,4	21,4	25,8	24,6	23,0	22,9	22,4	21,4	23,1	22,4	21,6
7	23,6	22,8	21,7	21,5	20,5	19,4	23,8	22,8	21,1	21,9	21,5	20,6	21,5	21,0	20,4
9	22,2	21,5	20,7	20,7	19,9	18,8	22,3	21,3	19,9	21,0	20,6	19,7	20,8	20,3	19,6
11	21,0	20,2	19,2	18,8	18,0	16,9	21,4	20,5	19,1	19,8	19,4	18,5	19,9	19,4	18,7
13	19,1	18,3	17,4	17,1	16,3	15,3	19,0	18,2	16,9	18,4	18,0	17,1	18,4	17,9	17,2
15	17,1	16,4	15,6	15,9	15,2	14,3	17,3	16,5	15,2	17,3	16,9	16,0	17,2	16,7	16,0
17	14,9	14,3	13,0	13,8	13,1	12,2	15,0	14,3	13,1	15,8	15,4	14,6	16,0	15,5	14,8
19	12,7	12,1	11,7	12,2	11,5	10,5	13,3	12,8	11,0	13,9	13,5	12,7	14,4	13,9	13,1
21	8,8	8,3	6,5	11,0	10,5	9,2	9,5	9,0	7,5	11,4	11,0	10,2	11,3	10,8	10,1
23	6,1	5,5	2,1	6,2	5,7	4,2	6,0	5,6	4,0	7,3	6,9	6,1	7,0	6,6	5,9
24	4,8	4,4	-	4,7	4,2	-	3,1	2,7	-	4,5	4,1	-	3,9	3,5	-

Определив объём ствола разными способами, следует сравнить их точность. При этом объём, вычисленный по сложной формуле срединного сечения, условно принимается за истинное значение.

6. Действительный, абсолютный и относительный сбег (табл. 5).

7. Коэффициенты и классы формы.

8. Видовые числа, вычисленные с использованием различных формул (табл. 6). Сопоставление точности определения старого видового числа.

9. Средний периодический прирост объёма ствола, вычисленный разными способами (табл. 7):

- по сложной формуле срединного сечения,
- по простой формуле срединного сечения,
- по формуле А. В. Тюрина через сумму процентов приростов,
- по формуле М. К. Турского через проценты прироста,
- по формуле М. Л. Дворецкого через проценты прироста.

Результаты расчетов необходимо записать по форме, приведенной в примере (см. табл. 2). Кроме того, следует вычертить на миллиметровой бумаге образующую ствола, что поможет определять диаметры сортиментов в верхнем отрубе и даст наглядное представление о размерах ствола и его форме. По оси «х» на графике откладывается длина ствола в масштабе (в 1 см графика - 1 м длины), по оси «у» – диаметр ствола (в 1 см графика - 5 см диаметра).

Исходные данные для выполнения контрольной работы по разделу «Таксация насаждения» приведены в табл. 8.

### **Пример выполнения расчетной части контрольной работы «Таксация отдельного дерева»**

Характеристика дерева: порода - сосна, возраст - 117 лет, высота - 25,9 м, диаметр - 27,9 см, прирост по высоте за последние 10 лет - 1,4 м, протяженность кроны от длины ствола - 45%, рост - умеренный.

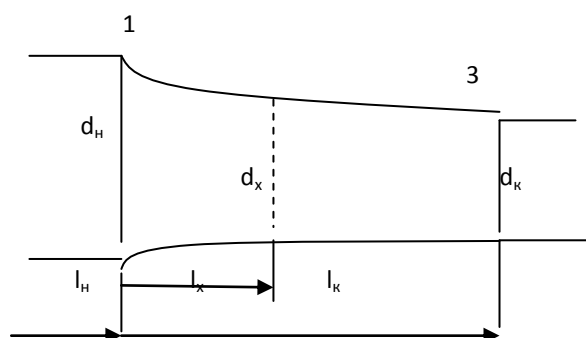
Определение объёма ствола по сложной формуле  
срединного сечения Губера

№ секции	Высота от пня, м	Диаметр, см			Объём секции, м <sup>3</sup>		
		в коре	без ко- ры	без коры 10 лет назад	в коре	без коры	без коры 10 лет назад
	0	40,2	38,2	36,8			
	1,3	27,9	26,9	25,7			
1	1	28,2	27,2	26,0	0,1248	0,1162	0,1062
2	3	27,2	25,9	24,8	0,1162	0,1054	0,0966
3	5	25,8	24,8	23,8	0,1046	0,0966	0,0889
4	7	23,7	22,9	21,9	0,0882	0,0824	0,0753
5	9	22,4	21,8	20,8	0,0788	0,0746	0,0680
6	11	21,1	20,0	19,0	0,0699	0,0628	0,0567
7	13	19,2	18,5	17,6	0,0579	0,0538	0,0487
8	15	17,2	16,7	15,7	0,0465	0,0438	0,0387
9	17	14,9	14,4	12,6	0,0349	0,0326	0,0249
10	19	12,5	11,9	11,0	0,0245	0,0222	0,0190
11	21	8,6	8,3	6,5	0,0116	0,0108	0,0066
12	23	5,8	5,5	4,0	0,0053	0,0048	0,0025
Вершинка	24	4,7	4,5	-	0,0011	0,0010	-
<b>Итого</b>	-	-	-	-	<b>0,7643</b>	<b>0,7070</b>	<b>0,6321</b>

Определение относительных показателей

H <sub>отн.</sub>	H, м	d <sub>в/к</sub> , см	d <sub>б/к</sub> , см
0,2	5,2	25,6	24,6
0,8	20,7	9,2	8,6
1/4	6,5	24,2	23,4
1/2	13,0	19,2	18,5
3/4	19,4	11,7	11,2

Определение диаметра дерева методом интерполяции показано на рисунке. Формула интерполяции:  $d_x = d_n - \frac{d_n - d_k}{l_k - l_n} (l_x - l_n)$ .



Определение диаметра дерева

**Определение объёма ствола по простым формулам**

Точность определения приведена в табл. 3.

По среднему сечению (формула Гаусса - Симони):

а) в коре  $V = \frac{g_{0,2} + g_{0,8}}{2} H = \frac{0,0515 + 0,0066}{2} 25,9 = 0,7524 \text{ м}^3$ ;

б) без коры  $V = \frac{0,0475 + 0,0058}{2} 25,9 = 0,6902 \text{ м}^3$ .

По срединному сечению (формула Губера):

а) в коре  $V = g_{1/2} \cdot H = 0,0290 \cdot 25,9 = 0,7511 \text{ м}^3$ ;

б) без коры  $V = 0,0269 \cdot 25,9 = 0,6967 \text{ м}^3$ .

Таблица 3

Точность определения объёма ствола по простым формулам

Способы определения объёма ствола	Объём, м <sup>3</sup>		Ошибка определения объёма (%) по сравнению с 1-м способом	
	в коре	без коры	в коре	без коры
По срединному сечению (сложная формула Губера)	0,7643	0,7070	-	-
По среднему сечению (формула Гаусса - Симони)	0,7524	0,6902	- 1,6*	- 2,4
По срединному сечению (простая формула Губера)	0,7511	0,6967	- 1,7	- 1,5

\*

$$\frac{0,7524 - 0,7643}{0,7643} 100 = -1,6.$$

Распределение объёма ствола по сортаментам

Сортаменты и другие части ствола	Длина, м	Диаметр без коры, см		Объём, вычисленный разными способами, м <sup>3</sup>			Ошибка объёмов по сравнению с 1-м способом, %		Объём частей ствола, %
		в верхнем отрезе	на середине сортамента	по секциям (1)	по срединному диаметру (2)	по ГОСТ 2708-75 (3)	по срединному диаметру	по ГОСТ 2708-75	
1-е бревно (пиловочник)	6,0	23,4	25,8	0,3388	0,3400	0,3400	+0,5	+0,5	44
2-е бревно (пиловочник)	6,0	18,5	21,2	0,2261	0,2294	0,2100	+1,5	-7,1	30
3-е бревно (строительное)	6,0	11,9	15,5	0,1144	0,1134	0,0930	-0,9	-18,7	15
Рудстойка	3,0	8,3	9,2	0,0219	0,0198	0,0250	-9,6	+13,6	3
Итого деловой древесины без коры	21,0			0,7012	0,7026	0,6680	+0,2	-4,9	92
Дрова (в коре)	2,0	5,8 (в коре)		0,0053	0,0053	0,0053			1
Ликвид	23,0			0,7065	0,7079	0,6733			93
Отходы (кора деловой древесины, вершинка)	2,9			0,0578	0,0563	0,0910			7
<b>Всего</b>	<b>25,9</b>			<b>0,7643</b>	<b>0,7643</b>	<b>0,7643</b>			<b>100</b>

Определение сбега ствола

Показатели	D <sub>1,3 м</sub>	Высота ствола от пня, м												
		0	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
Диаметр в коре, см	27,9	40,2	28,2	27,2	25,8	23,7	22,4	21,1	19,2	17,2	14,9	12,5	8,6	5,8
Действительный сбега на отрезках 2 м, см (1-й - 1 м)		-	12,0	1,0	1,4	2,1	1,3	1,3	1,9	2,0	2,3	2,4	3,9	2,8
Средний сбега в 2-метровых отрезках, см/м		-	12,0	0,5	0,7	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	1,2	1,2	2,0	1,4
Относительный диаметр в % от диаметра на высоте 1,3 м	100	144	101	97	92	85	80	76	69	62	53	45	31	21
Относительный сбега в % от диаметра на высоте 1,3 м	-	-	-	3	8	15	20	24	31	38	47	55	69	79

13

$$\text{Средний сбега ствола: } \frac{d_{1,3}}{H - 1,3\text{ м}} = \frac{27,9}{25,9 - 1,3} = 1,13 \text{ см/м} .$$

**Определение коэффициентов и классов формы ствола**

$$q_0 = \frac{d_0}{d_{1,3}} = \frac{40,2}{27,9} = 1,44$$

$$q_1 = \frac{d_{1/4}}{d_{1,3}} = \frac{24,2}{27,9} = 0,87$$

$$q_2 = \frac{d_{1/2}}{d_{1,3}} = \frac{19,2}{27,9} = 0,69$$

$$q_3 = \frac{d_{3/4}}{d_{1,3}} = \frac{11,7}{27,9} = 0,42$$

$$q_{0/1} = \frac{d_0}{d_{1/4}} = \frac{40,2}{24,2} = 1,66$$

$$q_{2/1} = \frac{d_{1/2}}{d_{1/4}} = \frac{19,2}{24,2} = 0,79$$

$$q_{3/1} = \frac{d_{3/4}}{d_{1/4}} = \frac{11,7}{24,2} = 0,48$$

Таблица 6

**Определение видовых чисел**

Видовые числа	Формула видовых чисел	Значение	Ошибка, %
1. Старые: а) через $V, g_{1,3}, H$	$F = V / (g_{1,3} H) = \frac{0,7643}{0,0611 \cdot 25,9}$	0,483	0
б) по формуле А. Шиффеля	$F = 0,66q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 H} + 0,14 = 0,66 \cdot 0,69^2 + \frac{0,32}{0,69 \cdot 25,9} + 0,14$	0,472	-2,3
в) по формуле Б.А. Шустова	$F = 0,60q_2 + \frac{1,04}{q_2 H} = 0,60 \cdot 0,69 + \frac{1,04}{0,69 \cdot 25,9}$	0,472	-2,3
г) по формуле Вейзе	$F = q_2^2 = 0,69^2$	0,476	-1,4
д) по формуле Кунце и др.	$F = q_2 - C = 0,69 - 0,20$	0,490	+1,4
2. Истинное число (Гогенадля)	$F = \frac{V}{g_{0,1} H} = \frac{0,7643}{0,0590 \cdot 25,9}$	0,500	-
3. Нормальное число (Пресслера)	$F = \frac{V}{g_{0,05} H} = \frac{0,7643}{0,0611 \cdot 25,9}$	0,483	-
4. Абсолютное число (Риникера)	$F = \frac{V - g_{1,3}}{g_{1,3}(H - 1,3)} = \frac{0,7643 - 0,0625 \cdot 1,3}{0,0611(25,9 - 1,3)}$	0,454	-

**Определение среднего периодического прироста**

1. Определение с использованием сложной формулы срединного сечения:

$$Z_V^{cn} = \frac{V - V_n}{n} = \frac{0,7070 - 0,6321}{10} = \frac{0,0749}{10} = 0,0075 \text{ м}^3.$$

2. Определение с использованием простой формулы срединного сечения:

Диаметр на  $\frac{1}{2} H$  теперь – 18,5 см (без коры)  $g = 0,0269 \text{ м}^2$ .

Высота 10 лет назад:  $25,9 - 1,4 = 24,5 \text{ м}$ ;  $\frac{1}{2}H = 12,25 \text{ м}$ .

Диаметр без коры  $\frac{1}{2}H$  10 лет назад, т.е. на 12,25 м равен 18,1 см,  $g_1 = 0,0257 \text{ м}^2$ .

Объем без коры теперь равен:  $V = gh = 0,0269 \cdot 25,9 = 0,6967 \text{ м}^3$ .

Объем без коры 10 лет назад равен:  $V = g_1h = 0,0257 \cdot 24,5 = 0,6296 \text{ м}^3$ .

$$Z_V^{cn} = (V - V_n) / n = (0,6967 - 0,6296) / 10 = 0,0067 \text{ м}^3.$$

3. Определение по формуле А.В. Тюрина через сумму процентов приростов:

$$P_V = 2P_d + 0,7P_h = (2 \cdot 200) / 10 \frac{26,9 - 25,7}{26,9 + 25,7} + \frac{0,7 \cdot 200}{10} \frac{25,9 - 24,5}{25,9 + 24,5} = 1,30 \%$$

$$Z_V^{cn} = (VP) / 100 = (0,7070 \cdot 1,30) / 100 = 0,9190 / 100 = 0,0092 \text{ м}^3.$$

4. Определение по формуле М.К. Турского через проценты прироста:

$$P_V = R_d a = \frac{200}{n} \frac{d - d_n}{d + d_n},$$

где  $d$  – диаметр на 1,3 без коры теперь;

$d_n$  – диаметр на 1,3 без коры 10 лет назад;

$a$  – коэффициент энергии роста ( $a = 2$  – рост отсутствует,  $a = 2,4$  – слабый рост,  $a = 2,7$  – умеренный,  $a = 3,0$  – хороший,  $a = 3,3$  – очень хороший рост).

$$P_V = \frac{200}{10} \cdot \frac{26,9 - 25,7}{26,9 + 25,7} \cdot 2,7 = \frac{20 \cdot 1,2 \cdot 2,7}{52,6} = 1,23 \%$$

$$Z_V^{cn} = \frac{VP}{100} = \frac{0,7070 \cdot 1,23}{100} = 0,0087 \text{ м}^3.$$

5. Определение по формуле М.Л. Дворецкого через проценты прироста:

$$P_V = \left( \frac{2Z_{d_{\frac{1}{2}}}}{Z_{d_{1,3}}} + 0,7 \right) \frac{200}{n} \frac{d - d_n}{d + d_n},$$

где  $Z_{d_{\frac{1}{2}}}$  – прирост по диаметру на половине высоты ствола за  $n$  лет;

$Z_{d_{1,3}}$  – прирост по диаметру на 1,3 м за  $n$  лет.



$$P_v = \left( \frac{2 \cdot 1,0}{1,2} + 0,7 \right) \frac{20 \cdot 1,2}{52,6} = 2,37 \frac{24}{52,6} = 1,08 \% ,$$

$$Z_v^{cn} = \frac{VP}{100} = \frac{0,7070 \cdot 1,08}{100} = 0,0076 \text{ м}^3 .$$

Таблица 7

Ошибки при определении текущего прироста объёма ствола  
различными методами

Способ определения	Значение	Ошибка, %
По сложной формуле срединного сечения	0,0075	-
По простой формуле срединного сечения	0,0067	-10,7
По формуле А.В. Тюрина	0,0092	+22,7
По формуле М.К. Турского	0,0087	+16,0
По формуле М.Л. Дворецкого	0,0076	+1,3

Для выполнения работы требуется составить таксационную характеристику насаждения на пробной площади. Сначала необходимо определить таксационные показатели по элементам леса. Сумма площадей сечений определяется по числу стволов (итога) в ступенях толщины по таблице Приложения 4. При этом запас преобладающей породы (сосны) можно вычислить разными способами: по учетным деревьям, по средней модели, по кривой и прямой объёмов (Приложения 5 и 6), по таблицам объёмов стволов, а также по стандартной таблице сумм площадей сечений и запасов. Для составляющих древесных пород запас следует вычислять только по таблицам объёмов стволов. После этого необходимо сформировать ярусы и определить их таксационные показатели. В конце расчетов дается характеристика насаждения в целом.

Для выполнения расчетов рекомендуется использовать калькулятор, подсобные таблицы (см. приложения), миллиметровую бумагу для построения графиков.

Исходные данные для выполнения расчетной части

Таблица 8

**Вариант 1**

Обмер учетных деревьев

Пробная площадь, га 0,50  
 Преобладающая порода сосна  
 Тип леса С<sub>яг</sub>

Сплошной перечет

Ступени толщины, см	Число деревьев, шт.									
	сосна				береза				Высота, м	Возраст, лет
	деловых	полуделовых	дровяных	итого	деловых	полуделовых	дровяных	итого		
4	17	10	30	57			19	19	8,8	53
8	95	10	5	110	23	15	20	58	14,5	56
12	74			74	28	10	2	40	18,1	54
16	54			54	15			15	19,4	51
20	14			14	3			3		

Номер учетного дерева	Ступень толщины, см	Диаметр на 1,3 м	Площадь поперечного сечения на 1,3 м, м <sup>2</sup>	Высота, м	Возраст, лет	Объем без коры, м <sup>3</sup>	Объем в коре, м <sup>3</sup>
1	20	20,6		18,4	55	0,2544	0,2903
2	16	16,1		16,4	53	0,1308	0,1444
3	16	14,1		16,9	50	0,1246	0,1338
4	12	12,3		15,8	55	0,0844	0,0934
5	8	9,8		13,6	50	0,0343	0,0514
6	12	10,7		14,8	51	0,0623	0,0704
7	12	11,1		16,3	51	0,0729	0,0804
8	8	8,2		13,3	51	0,0341	0,0388
9	8	8,1		13,3	52	0,0305	0,0347
10	4	6,0		10,0	53	0,0126	0,0148
11	8	6,2		11,8	49	0,0171	0,0194
12	4	4,3		8,0	44	0,0058	0,0065

**Вариант 2**

Пробная площадь, га 0,50  
 Преобладающая порода сосна  
 Тип леса С<sub>яг</sub>

Сплошной пересчет

Ступени толщины, см	Число деревьев, шт.									
	сосна				береза					
	деловых	полуделовых	дровяных	итого	деловых	полуделовых	дровяных	итого	Высота, м	Возраст, лет
4	90	10	23	123			3	3	5,4	49
8	86	8	12	106	1		4	5	10,9	51
12	44	6	1	51	1	2		3	14,8	49
16	14			14	1			1		
20	3			3						

Обмер учетных деревьев

Номер учетного дерева	Ступень толщины, см	Диаметр на 1,3 м	Площадь поперечного сечения на 1,3 м, м <sup>2</sup>	Высота, м	Возраст, лет	Объем без коры, м <sup>3</sup>	Объем в коре, м <sup>3</sup>
1	16	14,4		16,1	47	0,1201	0,1333
2	12	12,1		15,0	47	0,0663	0,0810
3	20	19,2		18,5	48	0,1957	0,2295
4	8	8,7		11,4	47	0,0297	0,0337
5	4	4,1		6,9	47	0,0037	0,0048
6	8	6,8		8,9	49	0,0147	0,0191
7	12	10,5		14,0	45	0,0610	0,0679
8	8	8,5		12,1	50	0,0312	0,0369
9	16	17,2		16,6	45	0,1647	0,1705

**Вариант 3**

Пробная площадь, га 0,50  
 Преобладающая порода сосна  
 Тип леса C<sub>сф</sub>

Сплошной пересчет

Обмер учетных деревьев

61

Ступени толщины, см	Число деревьев, шт.									
	сосна				береза					
	деловых	полуделовых	дровяных	итого	деловых	полуделовых	дровяных	итого	Высота, м	Возраст, лет
8	52	30	7	89	8	1	1	10	9,3	70
12	47	26	4	77	22	2		24	12,5	68
16	70	36	5	111					12,8	75
20	78	19		97	2	1		3	13,8	73

Номер учетного дерева	Ступень толщины, см	Диаметр на 1,3 м	Площадь поперечного сечения на 1,3 м, м <sup>2</sup>	Высота, м	Возраст, лет	Объем без коры, м <sup>3</sup>	Объем в коре, м <sup>3</sup>
1	8	8,0		8,2	88	0,0113	0,0222
2	8	8,5		6,8	82	0,0136	0,0238
3	12	11,6		9,5	132	0,0473	0,0599
4	12	10,9		7,5	93	0,0308	0,0388
5	16	14,5		12,3	132	0,0842	0,1048
6	16	15,0		14,2	135	0,1180	0,1513
7	20	21,7		17,8	126	0,2829	0,3319
8	20	20,0		18,5	176	0,2000	0,2050
9	16	16,8		16,1	131	0,1780	0,1800
10	20	18,5		15,4	150	0,1950	0,2334

**Вариант 4**

Пробная площадь, га 0,50  
 Преобладающая порода сосна  
 Тип леса С<sub>яг</sub>

Сплошной пересчет

Ступени толщины, см	Число деревьев, шт.									
	сосна				береза					
	деловых	полуделовых	дровяных	итого	деловых	полуделовых	дровяных	итого	Высота, м	Возраст, лет
4	17	15	15	47	2	4	5	11	7,5	53
8	70	3	10	83	17	2	15	34	12,5	54
12	35		1	36	17		8	25	16,1	56
16	16			16	15		5	20	18,7	51
20	15			15	6			6	20,2	53
24	8		1	9	2			2		
28	4			4						

Обмер учетных деревьев

Номер учетного дерева	Ступень толщины, см	Диаметр на 1,3 м	Площадь поперечного сечения на 1,3 м, м <sup>2</sup>	Высота, м	Возраст, лет	Объем без коры, м <sup>3</sup>	Объем в коре, м <sup>3</sup>
1	28	27,3		23,0	50	0,5400	0,6064
2	24	23,4		22,0	53	0,3812	0,4340
3	20	18,1		17,9	54	0,1916	0,2212
4	16	16,4		17,8	49	0,1493	0,1765
5	4	4,2		8,3	51	0,0053	0,0060
6	12	12,1		16,8	52	0,0952	0,0958
7	8	7,3		11,6	50	0,0270	0,0280
8	8	8,1		12,0	54	0,0301	0,0310

**Вариант 5**

Пробная площадь, га 0,50  
 Преобладающая порода сосна  
 Тип леса С<sub>яг</sub>

Сплошной пересчет

Обмер учетных деревьев

Ступени толщины, см	Число деревьев, шт.									
	сосна				береза					
	деловых	полуделовых	дровяных	итого	деловых	полуделовых	дровяных	итого	Высота, м	Возраст, лет
8							2	2		
12	8	6		14	1		2	3		
16	10	4	4	18	4		1	5	18,5	115
20	14	8	1	23	4	2		6	21,0	118
24	17	5	1	23	4		2	6	22,3	109
28	40	10	4	54	3	2	1	6	22,8	116
32	33	10	4	47	2		1	3		
36	33	10	3	46						
40	10	6	1	17						
44	5	2	1	8						

Номер учетного дерева	Ступень толщины, см	Диаметр на 1,3 м	Площадь поперечного сечения на 1,3 м, м <sup>2</sup>	Высота, м	Возраст, лет	Объем без коры, м <sup>3</sup>	Объем в коре, м <sup>3</sup>
1	44	44,0		28,1	113	1,7045	1,7712
2	40	40,0		26,2	120	1,3016	1,3616
3	36	36,1		27,6	111	1,0894	1,1527
4	32	31,9		26,2	115	0,8750	0,9040
5	28	28,1		26,0	116	0,7048	0,8014
6	24	23,8		24,5	108	0,4435	0,4779
7	20	20,1		24,0	111	0,3215	0,3683

Данные для выполнения расчетной части и пример выполнения приведены в табл. 8, 9.

Заготовить форму (табл. 10), переписать ступени толщины и число деревьев преобладающей древесной породы. При этом полуделовые деревья распределяются между деловыми и дровяными (по 50 %). В пятой колонке таблицы записывается сумма площадей сечений стволов (итога).

Разделив сумму площадей сечений на пробе на число деревьев пробы, находим площадь сечения среднего дерева:

$$g = \frac{8,2980}{274} = 0,0303 \text{ м}^2.$$

Определяем средний диаметр по формуле

$$d = 200 \sqrt{\frac{g}{\pi}}; \quad \bar{d} = 19,6 \text{ см}.$$

Для определения средней высоты сосны необходимо построить график высот (Приложение 5). На миллиметровой бумаге по оси абсцисс отложить диаметры учетных деревьев (из табл. 9), а по оси ординат – их высоты. Масштаб на графике желательно использовать следующий: в 1 см графика 2 см диаметра и 2 м высоты. Нанесенные точки выравняются графически (можно и аналитически). Средняя высота «снимается» с кривой выравнивания восстановлением перпендикуляра от среднего диаметра:

$$\bar{h} = 20,6 \text{ м}.$$

Средний возраст определяется как среднеарифметическое значение показателей возраста учетных деревьев (см. табл. 9):

$$\bar{A} = \frac{781}{9} = 86,8 \approx 87 \text{ лет}.$$

Запас основного элемента леса необходимо вычислить разными способами.

1. Вычисление по учетным деревьям. Вначале определяется сумма объёмов стволов учетных деревьев и сумма их площадей сечений (см. табл. 9). Затем вычисляется запас по формуле

$$M = \frac{\sum V \cdot \sum G}{\sum g} = \frac{2,5636 \cdot 8,2980}{0,2576} = 82,6 \text{ м}^3,$$

где  $\sum V$  - сумма объёмов учетных деревьев,

$\sum g$  - сумма площадей сечений этих же деревьев,

$\sum G$  - сумма площадей сечений на пробной площади.

Запас на 1 га вычисляется с учетом площади пробы:

$$M = \frac{82,6}{0,50} = 165 \text{ м}^3.$$

Таблица 9

Пример выполнения расчетной части работы

Пробная площадь, га 0,50  
 Преобладающая порода сосна  
 Тип леса C<sub>бр</sub>  
 Сплошной перерчет

Обмер учетных деревьев (сосна)

23

Ступени толщины, см	Число деревьев, шт.									
	сосна				береза					
	деловых	полуделовых	дровяных	итого	деловых	полуделовых	дровяных	итого	Высота, м	Возраст, лет
8		2	13	15			2	2	8,0	65
12	5	19	28	52			4	4	14,0	64
16	57	14	2	73	1	2	1	4	16,5	70
20	56		1	57	2			2	21,0	68
24	41			41		1	1	2	21,0	64
28	25			25						
32	11			11						
<b>Итого</b>	<b>195</b>	<b>35</b>	<b>44</b>	<b>274</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>14</b>		<b>331</b>

Номер учетного дерева	Ступень толщины, см	Диаметр на 1,3 м	Площадь поперечного сечения на 1,3 м, м <sup>2</sup>	Высота, м	Возраст, лет	Объем без коры, м <sup>3</sup>	Объем в коре, м <sup>3</sup>
1	32	31,6	0,0784	23,6	92	0,7530	0,8332
2	24	24,0	0,0452	20,4	86	0,4093	0,4533
3	20	20,0	0,0314	21,1	92	0,2910	0,3177
4	16	16,7	0,0219	20,0	87	0,1933	0,2177
5	20	19,8	0,0308	21,4	85	0,3069	0,3300
6	16	16,3	0,0209	18,9	87	0,1462	0,1669
7	12	12,3	0,0119	17,5	85	0,0850	0,0971
8	8	8,0	0,0050	15,5	80	0,0365	0,0412
9	12	12,4	0,0121	16,7	87	0,0939	0,1065
<b>Итого</b>			<b>0,2576</b>		<b>781</b>		<b>2,5636</b>



Таблица 10

Определение запаса древостоя преобладающей породы (сосны) на пробной площади разными способами

Ступени толщины, см	Число стволов, шт.			Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Запас по кривой объёмов, м <sup>3</sup>			Запас по прямой объёмов, м <sup>3</sup>			Запас по таблицам объёмов, м <sup>3</sup>					
	деловых	дровяных	итого		объём одного ствола (с графика)	деловых	дровяных	итого	объём одного ствола (с графика)	деловых	дровяных	итого	объём одного ствола (с таблицы)	деловых	дровяных	итого
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	1	14	15	0,0750	0,0600	0,06	0,84	0,90	0,0400	0,04	0,56	0,60	0,034	0,034	0,43	0,46
12	15	37	52	0,5878	0,1000	1,50	3,70	5,20	0,1400	2,10	5,18	7,28	0,095	1,43	3,52	4,95
16	64	9	73	1,4670	0,1600	10,24	1,44	11,68	0,1900	12,16	1,71	13,87	0,179	11,46	1,61	13,07
20	56	1	57	1,7898	0,2600	14,56	0,26	14,82	0,3400	19,04	0,34	19,38	0,305	17,08	0,305	17,38
24	41		41	1,8539	0,4400	18,04		18,04	0,4600	18,86		18,86	0,463	18,98		18,98
28	25		25	1,5386	0,7200	18,00		18,00	0,6400	16,00		16,00	0,651	16,28		16,28
32	11		11	0,8842	1,1800	12,98		12,98	0,8400	9,24		9,24	0,869	9,56		9,56
<b>Итого</b>	<b>213</b>	<b>61</b>	<b>274</b>	<b>8,2980</b>		<b>75,38</b>	<b>6,24</b>	<b>81,62</b>		<b>77,44</b>	<b>7,79</b>	<b>85,27</b>		<b>74,82</b>	<b>5,86</b>	<b>80,68</b>
<b>На 1 га</b>	<b>426</b>	<b>122</b>	<b>548</b>	<b>16,6</b>		<b>150,76</b>	<b>12,48</b>	<b>163,24</b>		<b>154,88</b>	<b>15,58</b>	<b>170,54</b>		<b>149,64</b>	<b>11,72</b>	<b>161,36</b>

2. Вычисление по модельному дереву (средней модели). Из числа учетных деревьев подбирается дерево, пригодное в качестве модельного. Отклонение по диаметру от расчетного не должно превышать 0,5 см, а по высоте - 0,5 м. В рассматриваемом примере это 3-е учетное дерево. Умножением объема модели на число стволов получаем запас:

$$M = V_{\text{мод}} N = 0,3177 \cdot 274 = 87,0 \text{ м}^3. \quad \text{На 1 га: } 87,0/0,50 = 174 \text{ м}^3.$$

Наиболее точно объем модели (а через него и запас на 1 га) рассчитывают исходя из средних значений диаметров, высот и видовых чисел. При этом  $\bar{d}$  переводится в  $\bar{g}$ , а видовое число берется равным с деревом, близким по размерам к модельному (3-е):

$$F = \frac{0,3177}{0,0314 \cdot 21,1} = 0,480; \quad V = \bar{g} \bar{h} F = 0,0303 \cdot 20,6 \cdot 0,480 = 0,2996 \text{ м}^3;$$

$$M = 0,2996 \cdot 274 = 82,1 \text{ м}^3. \quad \text{На 1 га: } 82,1/0,50 = 164 \text{ м}^3.$$

3. Вычисление по кривой объемов стволов. На миллиметровой бумаге построить график: по оси абсцисс отложить диаметры учетных деревьев, а по оси ординат - объемы. Нанесенные точки выравнивают графически (или аналитически). С графика по ступеням толщины «снимают» значения объемов стволов и записывают в колонку 6 табл. 10. Перемножением объема на число стволов в ступени получаем запас в ступенях толщины и в целом на пробной площади. Образец графика приведен в Приложении 6.

$$M = 81,62 \text{ м}^3. \quad \text{На 1 га: } 81,62/0,50 = 163 \text{ м}^3.$$

4. Вычисление по прямой объемов стволов. Строим на миллиметровой бумаге график (см. Приложение 7) аналогично предыдущему. Отличие заключается в том, что по оси абсцисс откладываются площади сечений (а не диаметры) учетных деревьев и выравнивание выполняется прямой линией. С выровненной прямой необходимо «снять» значения объемов стволов по ступеням толщины, для чего последние нужно перевести в площади сечений. Они оказываются следующими: ступень 8 см - 0,0050 м<sup>2</sup>; 12 см - 0,0113; 16 - 0,0201; 20 - 0,0314; 24 - 0,0452; 28 - 0,0616; 32 см - 0,0804 м<sup>2</sup>). Перемножением объемов в ступени на число стволов получаем запас в ступенях толщины и в целом на пробной площади:

$$M = 85,27 \text{ м}^3. \quad \text{На 1 га: } 85,27/0,50 = 171 \text{ м}^3.$$

5. Вычисление по таблицам объемов стволов. По среднему диаметру (округлять до ступени толщины) и средней высоте вначале определяется разряд высот. Так, по таблице Приложения 8 древостой в примере относится к IV разряду высот. Из таблицы для соответствующего разряда далее выписывается объем одного ствола по ступеням толщины (колонка 14 в

табл. 10). Умножением объёма ствола на число деревьев в ступени толщины находится запас в каждой из них и в целом на пробной площади:

$$M = 80,68 \text{ м}^3. \quad \text{На 1 га: } 80,68/0,50 = 161 \text{ м}^3.$$

6. Вычисление по стандартной таблице сумм площадей сечений и запасов. По средней высоте (с округлением до 1 м) в таблице Приложения 10 находится видовая высота (HF) и умножением ее на сумму площадей сечения (колонка 5 табл. 10) находим запас:

$$M = 9,8 \cdot 8,2980 = 81,3 \text{ м}^3. \quad \text{На 1 га: } 81,3/0,50 = 163 \text{ м}^3.$$

Сравнение запаса основного элемента леса (на 1 га), определенного разными способами, приведено в табл. 11.

Таблица 11

Ошибки при определении запаса основного элемента леса  
различными методами

Способ определения запаса	Значение	Ошибка, %
По учетным деревьям	165	-
По модельному дереву	174	+5,5
По $\bar{d}$ , $\bar{h}$ , а также F модельного или учетного дерева	164	-0,6
По кривой объёмов	163	-1,2
По прямой объёмов	171	+3,6
По таблицам объёмов	161	-2,4
По стандартной таблице запасов	163	-1,2

Способы определения запаса существенно различаются по трудоемкости. Для составляющих пород (Б) запас рекомендуется определять только одним способом – по таблицам объёмов стволов с использованием Приложения 9 и заполнением табл. 12.

После вычисления всех таксационных показателей составляется общая характеристика насаждения на пробной площади (табл. 13). Сначала следует заполнить вторую часть табл. 13 (описание по элементам), где вносятся таксационные показатели по элементам леса (в примере: С, Б). Класс товарности определяется в соответствии с Приложением 10.

Определение сумм площадей сечений и запаса у составляющих древесных пород

Ступени толщины, см	Береза, разряд высот - VI							
	Число стволов, шт.			Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Объём одного ствола, м <sup>3</sup>	Запас стволов, м <sup>3</sup>		
	деловых	дровяных	итого			деловых	дровяных	итого
8		2	2	0,0100	0,0256		0,0512	0,0512
12		4	4	0,0452	0,0678		0,2712	0,2712
16	2	2	4	0,0803	0,1360	0,2720	0,2720	0,5440
20	2		2	0,0628	0,2250	0,4500		0,4500
24	1	1	2	0,0904	0,3380	0,3380	0,3380	0,6760
Итого	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>0,2887</b>		<b>1,06</b>	<b>0,93</b>	<b>1,99</b>
На 1 га	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>0,5774</b>		<b>2,12</b>	<b>1,86</b>	<b>3,98</b>

Береза:  $g = \frac{0,2887}{14} = 0,0206 \text{ м}^2$

$d_m = 14,4 \text{ см}$

$h_m = 15,2 \text{ м}$

$A_m = 66 \text{ лет}$

Общая характеристика насаждения на пробной площади (на 1 га)

Основной элемент леса	Тип леса	Бонитет	Описание по ярусам						Описание по элементам леса												
			№ яруса	Преобладающая порода	Состав яруса и возраст по элементам леса	Высота, м	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Полнота	Запас, м <sup>3</sup>	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Запас древесины, м <sup>3</sup>			Выход деловой древесины, %	Класс товарности			
С	Ш	III	I	С V Б VII	10С+Б	21	17,2	0,43	165,4	С	87	20,6	19,6	деловой	дровяной	итого			149,6	11,7	161,4
	Сбр									Б	66	15,2	14,4	2,1	1,9	4,0	2,1	1,9	4,0	53	4

Далее формируются ярусы. Для этого анализируются высоты по элементам леса и полнота. Различие в средней высоте ярусов должно быть не менее 20 %. Отсчет ведут от наибольшей высоты элемента леса. В примере средняя высота сосны 21 м (округляется до целого метра), а березы и осины - 15 м. Следовательно, различие в высотах составляет:

$$\frac{20,6 - 15,2}{20,6} 100 = 26 \%$$

Таким образом, первое условие (различие по высоте 20 % и более) выполняется. Далее проверяют, чтобы относительная полнота каждого яруса была не менее 0,3. В приведенном примере она у сосны 0,42, а у березы - 0,02. Таким образом, это условие не выполняется. Следовательно, данный древостой состоит из одного яруса.

Для яруса определяется состав, который записывается формулой из 10 единиц (т.е. в десятках процентов запаса по элементам леса). Например, 7СЗБ означает: 70 % по запасу сосны и 30 % - березы.

Средняя высота яруса вычисляется как средневзвешенная величина из высот по элементам леса с учетом коэффициентов их состава. Например, 10С+Б, т.е. ярус из двух элементов леса. Средняя высота сосны - 21 м, березы - 15 м. Средняя высота яруса будет равна:

$$\bar{h} = \frac{21 \cdot 10 + 15 \cdot 0}{10} = 21 \text{ м.}$$

Относительная полнота яруса вычисляется в долях единицы по стандартной таблице сумм площадей сечений и запасов (Приложение 11), как отношение абсолютной полноты (в м<sup>2</sup>) яруса к табличному значению при полноте 1,0 для преобладающей породы и высоты яруса. Результат будет точнее, если расчет провести по составляющим породам и их высотам.

Для насаждения в целом определяется класс возраста (по возрасту преобладающей породы первого яруса), класс бонитета по бонитировочной шкале проф. М.М. Орлова (Приложение 12) и тип леса (дан в задании).

К расчетной части должны быть приложены графики высот по элементам леса (лучше в одних координатах, а породы отметить разным цветом или условными знаками), графики кривой и прямой объёмов стволов по основному элементу леса. При вычерчивании графиков необходимо каждый из них расположить на всем поле одинарного или двойного листа миллиметровой бумаги формата А4. Результаты расчета следует привести по форме, представленной в примере, с краткими, в случае необходимости, комментариями.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Приложение 1**

**Объёмы двухметровых цилиндров**

Диаметр, см	Объёмы двухметровых цилиндров, м <sup>3</sup> , по диаметрам с десятичными долями									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	0,0025	0,0026	0,0028	0,0029	0,0030	0,0032	0,0033	0,0035	0,0036	0,0037
5	0,0039	0,0041	0,0042	0,0044	0,0046	0,0048	0,0049	0,0051	0,0053	0,0055
6	0,0057	0,0058	0,0060	0,0062	0,0064	0,0066	0,0068	0,0071	0,0073	0,0075
7	0,0077	0,0079	0,0081	0,0084	0,0086	0,0088	0,0091	0,0093	0,0096	0,0098
8	0,0100	0,0103	0,0106	0,0108	0,0111	0,0114	0,0116	0,0119	0,0122	0,0124
9	0,0127	0,0130	0,0133	0,0136	0,0139	0,0142	0,0145	0,0148	0,0151	0,0154
10	0,0157	0,0160	0,0163	0,0167	0,0170	0,0173	0,0176	0,0180	0,0183	0,0167
11	0,0190	0,0194	0,0197	0,0201	0,0204	0,0208	0,0211	0,0215	0,0219	0,0222
12	0,0226	0,0230	0,0234	0,0238	0,0242	0,0245	0,0249	0,0253	0,0257	0,0261
13	0,0265	0,0270	0,0274	0,0278	0,0282	0,0286	0,0291	0,0295	0,0299	0,0303
14	0,0308	0,0312	0,0317	0,0321	0,0326	0,0330	0,0335	0,0339	0,0344	0,0349
15	0,0353	0,0358	0,0363	0,0368	0,0373	0,0377	0,0382	0,0387	0,0392	0,0397
16	0,0402	0,0407	0,0412	0,0417	0,0422	0,0428	0,0433	0,0438	0,0443	0,0449
17	0,0454	0,0459	0,0465	0,0470	0,0476	0,0481	0,0487	0,0492	0,0498	0,0503
18	0,0509	0,0515	0,0520	0,0526	0,0532	0,0538	0,0543	0,0549	0,0555	0,0561
19	0,0567	0,0573	0,0579	0,0584	0,0591	0,0597	0,0603	0,0610	0,0616	0,0622
20	0,0628	0,0636	0,0641	0,0647	0,0654	0,0660	0,0667	0,0673	0,0680	0,0686
21	0,0693	0,0699	0,0706	0,0713	0,0719	0,0726	0,0733	0,0740	0,0746	0,0753
22	0,0760	0,0767	0,0774	0,0781	0,0788	0,0795	0,0802	0,0809	0,0817	0,0824
23	0,0831	0,0838	0,0846	0,0853	0,0860	0,0867	0,0875	0,0882	0,0889	0,0897
24	0,0905	0,0912	0,0920	0,0928	0,0935	0,0943	0,0951	0,0958	0,0966	0,0974
25	0,0982	0,0990	0,0998	0,1005	0,1013	0,1021	0,1029	0,1037	0,1046	0,1054
26	0,1062	0,1070	0,1078	0,1086	0,1095	0,1103	0,1111	0,1120	0,1128	0,1137
27	0,1145	0,1154	0,1162	0,1171	0,1179	0,1188	0,1197	0,1206	0,1214	0,1223
28	0,1231	0,1240	0,1248	0,1258	0,1267	0,1276	0,1285	0,1294	0,1303	0,1312
29	0,1321	0,1330	0,1339	0,1348	0,1356	0,1367	0,1376	0,1386	0,1395	0,1404
30	0,1414	0,1423	0,1433	0,1442	0,1452	0,1461	0,1471	0,1480	0,1490	0,1500
31	0,1510	0,1519	0,1529	0,1540	0,1549	0,1559	0,1569	0,1578	0,1586	0,1598
32	0,1608	0,1619	0,1629	0,1639	0,1649	0,1659	0,1669	0,1680	0,1690	0,1700
33	0,1711	0,1721	0,1731	0,1742	0,1752	0,1763	0,1773	0,1784	0,1795	0,1805
34	0,1816	0,1827	0,1837	0,1848	0,1859	0,1870	0,1880	0,1891	0,1902	0,1913
35	0,1924	0,1935	0,1946	0,1957	0,1968	0,1980	0,1991	0,2002	0,2014	0,2024
36	0,2036	0,2046	0,2058	0,2070	0,2082	0,2092	0,2104	0,2116	0,2128	0,2138
37	0,2150	0,2162	0,2174	0,2186	0,2198	0,2204	0,2220	0,2232	0,2244	0,2256
38	0,2268	0,2280	0,2292	0,2304	0,2316	0,2328	0,2340	0,2352	0,2364	0,2376
39	0,2390	0,2402	0,2414	0,2426	0,2438	0,2450	0,2464	0,2476	0,2488	0,2500
40	0,2514	0,2526	0,2538	0,2552	0,2564	0,2576	0,2590	0,2602	0,2614	0,2628
41	0,2640	0,2654	0,2666	0,2680	0,2692	0,2706	0,2718	0,2732	0,2744	0,2758
42	0,2770	0,2784	0,2798	0,2810	0,2824	0,2838	0,2850	0,2864	0,2878	0,2890
43	0,2904	0,2918	0,2932	0,2944	0,2958	0,2972	0,2986	0,3000	0,3014	0,3028
44	0,3040	0,3054	0,3068	0,3082	0,3096	0,3110	0,3124	0,3138	0,3152	0,3166
45	0,3180	0,3194	0,3210	0,3224	0,3238	0,3252	0,3266	0,3280	0,3294	0,3310
46	0,3324	0,3338	0,3352	0,3368	0,3382	0,3396	0,3410	0,3426	0,3440	0,3456

**Приложение 2**

**Объёмы вершин стволов**

Диаметр основания вершины, см	Объём, десятичные доли м <sup>3</sup> , при длине вершины, м										
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
2,5	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5
3	2	3	3	4	5	5	5	6	6	7	7
3,5	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10
4	4	5	6	6	8	8	9	10	11	12	13
4,5	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
5	7	8	9	10	12	13	14	16	17	18	20
5,5	8	9	11	13	14	16	17	19	21	22	24
6	9	11	13	15	17	19	21	23	24	26	28
6,5	11	13	15	18	20	22	24	27	29	31	33
7	13	15	18	20	23	26	28	31	33	36	39
7,5	15	18	21	24	26	29	32	35	38	42	44
8	17	20	23	27	30	33	37	40	44	47	50
8,5	19	23	26	30	34	38	42	45	49	53	57
9	21	25	30	34	38	42	47	51	55	59	64

**Приложение 3**

**Объёмы сортиментов круглого леса длиной 1 м и более по диаметру в верхнем отрезе (по ГОСТ 2708-75)**

Длина, м	Объём, м <sup>3</sup> , при диаметре в верхнем отрезе, см							
	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	0,0032	0,0044	0,0053	0,0067	0,0082
1,5	-	-	-	0,0052	0,0070	0,0081	0,0100	0,0120
2	-	0,0037	0,0053	0,0073	0,0100	0,0110	0,0140	0,0170
2,5	-	0,0051	0,0071	0,0093	0,0120	0,0140	0,0180	0,0220
3	0,0045	0,0065	0,0088	0,0120	0,0150	0,0170	0,0210	0,0260
3,5	0,0057	0,0079	0,0110	0,0140	0,0180	0,0210	0,0260	0,0310
4	0,0067	0,0093	0,0130	0,0170	0,0210	0,0260	0,0320	0,0370
4,5	0,0078	0,0110	0,0150	0,0190	0,0250	0,0310	0,0370	0,0440
5	0,0092	0,0130	0,0180	0,0220	0,0280	0,0350	0,0430	0,0510
5,5	0,0100	0,0140	0,0200	0,0250	0,0320	0,0400	0,0490	0,0580
6	0,0120	0,0160	0,0230	0,0280	0,0360	0,0450	0,0550	0,0650
6,5	0,0130	0,0180	0,0250	0,0310	0,0400	0,0510	0,0610	0,0750
7	0,0150	0,0200	0,0290	0,0370	0,0450	0,0570	0,0690	0,0820
7,5	0,0170	0,0230	0,0320	0,0420	0,0510	0,0640	0,0760	0,0900
8	0,0180	0,0260	0,0360	0,0470	0,0580	0,0710	0,0840	0,1000
8,5	0,0190	0,0280	0,0390	0,0510	0,0640	0,0780	0,0920	0,1100
9	0,0210	0,0310	0,0430	0,0560	0,0700	0,0840	0,1000	0,1220
9,5	0,0220	0,0330	0,0460	0,0620	0,0770	0,0940	0,1120	0,1350



Продолжение приложения 3

Длина, м	Объем, м <sup>3</sup> , при диаметре в верхнем отрезе, см								
	11	12	13	14	16	18	20	22	24
1	0,010	0,012	0,014	0,016	0,021	0,027	0,033	0,040	0,048
1,5	0,018	0,019	0,022	0,025	0,033	0,041	0,051	0,062	0,075
2	0,022	0,026	0,030	0,035	0,044	0,056	0,069	0,084	0,103
2,5	0,027	0,031	0,036	0,043	0,056	0,071	0,087	0,107	0,130
3	0,032	0,038	0,047	0,052	0,069	0,089	0,107	0,130	0,157
3,5	0,037	0,046	0,053	0,061	0,082	0,103	0,126	0,154	0,184
4	0,045	0,053	0,062	0,073	0,095	0,120	0,147	0,178	0,210
4,5	0,053	0,063	0,074	0,084	0,110	0,138	0,170	0,200	0,240
5	0,062	0,073	0,085	0,097	0,124	0,158	0,190	0,230	0,270
5,5	0,070	0,083	0,097	0,110	0,140	0,175	0,210	0,250	0,300
6	0,080	0,093	0,108	0,123	0,155	0,194	0,230	0,280	0,330
6,5	0,090	0,103	0,120	0,135	0,172	0,210	0,260	0,310	0,360
7	0,098	0,114	0,132	0,150	0,189	0,230	0,280	0,340	0,400
7,5	0,108	0,125	0,144	0,164	0,200	0,250	0,300	0,370	0,450
8	0,120	0,138	0,158	0,179	0,220	0,280	0,330	0,400	0,470
8,5	0,130	0,150	0,173	0,195	0,240	0,300	0,360	0,430	0,500
9	0,140	0,166	0,190	0,210	0,260	0,320	0,390	0,460	0,550
9,5	0,157	0,180	0,200	0,230	0,280	0,350	0,420	0,500	0,580

Окончание приложения 3

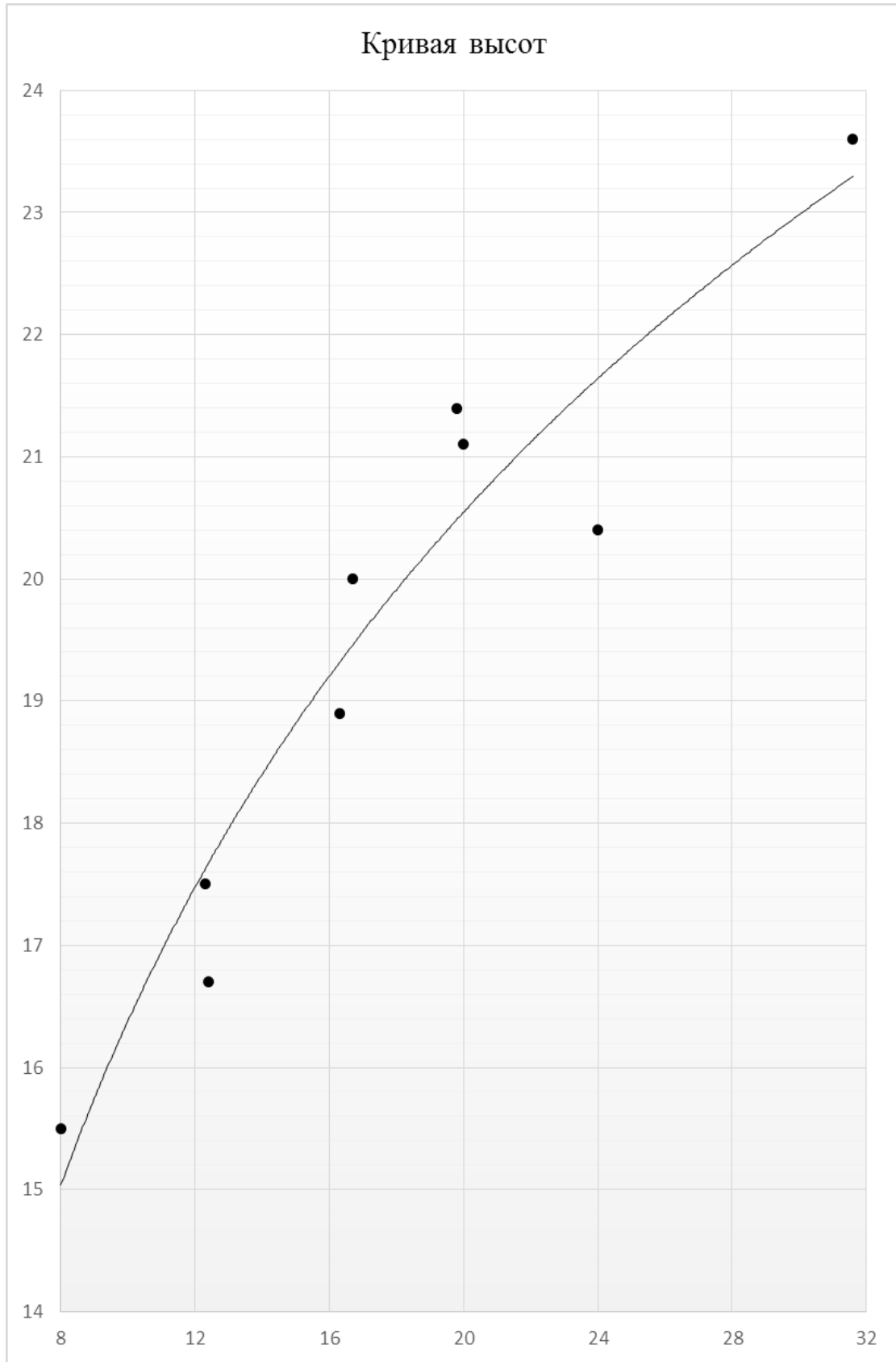
Длина, м	Объем, м <sup>3</sup> , при диаметре в верхнем отрезе, см								
	26	28	30	32	34	36	38	40	42
1	0,057	0,067	0,077	0,087	0,100	0,110	0,120	0,140	0,150
1,5	0,089	0,104	0,119	0,135	0,150	0,170	0,190	0,210	0,230
2	0,123	0,144	0,165	0,190	0,210	0,230	0,260	0,280	0,310
2,5	0,154	0,180	0,200	0,230	0,260	0,290	0,320	0,360	0,390
3	0,185	0,220	0,250	0,280	0,320	0,360	0,390	0,430	0,420
3,5	0,210	0,250	0,290	0,330	0,370	0,420	0,460	0,500	0,560
4	0,250	0,290	0,330	0,380	0,430	0,480	0,530	0,580	0,640
4,5	0,280	0,330	0,380	0,430	0,490	0,540	0,600	0,660	0,730
5	0,320	0,370	0,420	0,480	0,540	0,600	0,670	0,740	0,810
5,5	0,350	0,410	0,470	0,530	0,600	0,670	0,740	0,820	0,900
6	0,390	0,450	0,520	0,590	0,660	0,740	0,820	0,900	1,000
6,5	0,430	0,490	0,560	0,640	0,720	0,800	0,900	0,990	1,080
7	0,460	0,530	0,610	0,700	0,780	0,880	0,970	1,070	1,180
7,5	0,500	0,580	0,660	0,760	0,850	0,950	1,050	1,160	1,280
8	0,540	0,630	0,720	0,820	0,920	1,020	1,130	1,250	1,380
8,5	0,580	0,670	0,780	0,880	0,980	1,100	1,220	1,350	1,480
9	0,630	0,720	0,830	0,940	1,050	1,180	1,300	1,440	1,580
9,5	0,670	0,780	0,890	1,000	1,130	1,260	1,400	1,540	1,700

Приложение 4

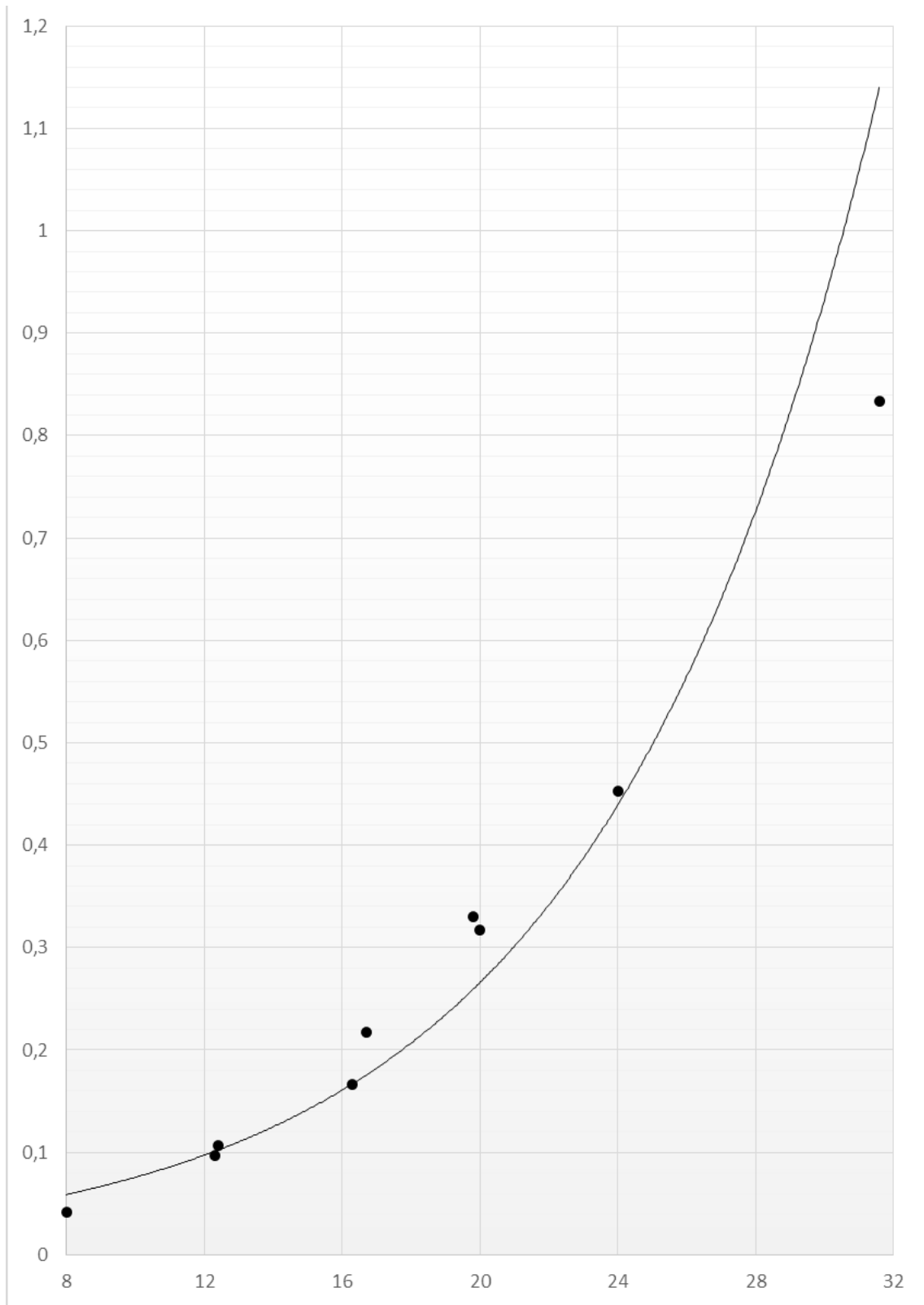
Площади поперечных сечений древесных стволов  
(площади кругов), см<sup>2</sup>, по их диаметру

Диаметр, см	Десятые доли сантиметров диаметра									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7
3	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12
4	13	13	14	15	15	16	17	17	18	19
5	20	20	21	22	23	24	25	26	26	27
6	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
7	38	40	41	42	43	44	45	46	48	49
8	50	52	53	54	55	57	58	59	61	62
9	64	65	66	68	69	70	72	74	75	77
10	78	80	82	83	85	87	88	90	92	93
11	95	97	98	100	102	104	106	108	109	111
12	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131
13	133	135	137	139	141	143	145	147	150	152
14	154	156	158	161	163	165	167	170	172	174
15	177	179	182	184	186	189	191	194	196	199
16	201	204	206	209	211	214	216	219	222	224
17	227	230	232	235	238	240	243	246	249	252
18	254	257	260	263	266	269	272	275	278	280
19	283	286	289	292	296	299	302	305	308	311
20	314	317	320	324	327	330	333	336	340	343
21	346	350	353	356	360	363	366	370	373	377
22	380	384	387	391	394	398	401	405	408	412
23	416	419	423	426	430	434	437	441	445	449
24	452	456	460	464	468	471	475	479	483	487
25	491	494	498	502	506	510	514	519	523	527
26	531	535	539	543	547	551	555	560	564	569
27	573	577	581	585	590	594	598	603	607	611
28	616	620	625	629	634	638	642	647	651	656
29	660	665	670	674	679	684	688	693	698	702
30	707	712	716	721	726	731	735	740	745	750

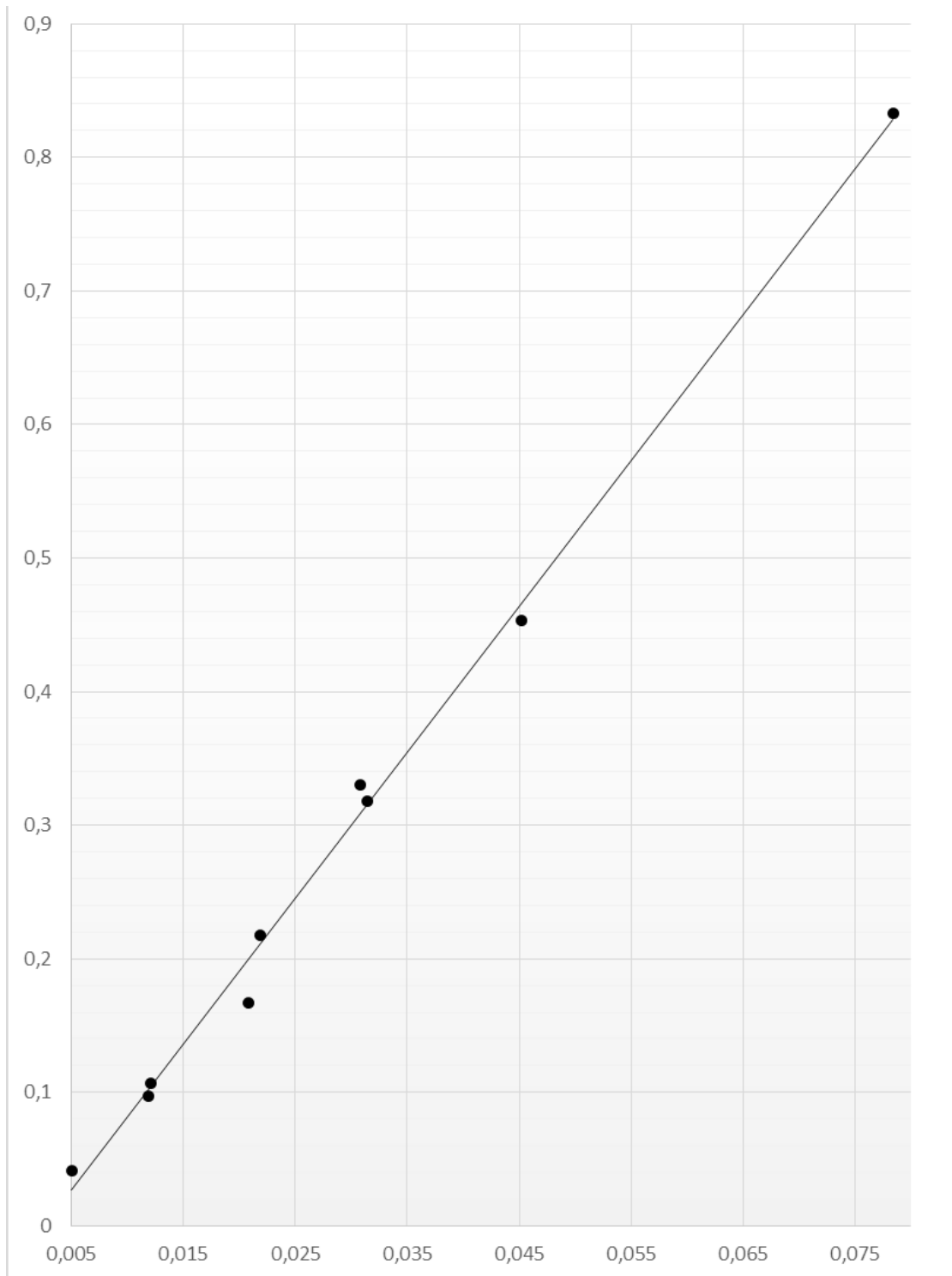
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
31	755	760	764	769	774	779	784	789	794	799
32	804	809	814	809	824	830	835	840	845	850
33	855	860	866	871	876	881	887	892	897	903
34	908	913	919	924	929	935	940	946	951	957
35	962	968	973	979	984	990	995	1001	1007	1012
36	1018	1023	1029	1035	1041	1046	1052	1058	1064	1069
37	1075	1081	1087	1093	1099	1104	1110	1116	1122	1128
38	1134	1140	1146	1152	1158	1164	1170	1176	1182	1188
39	1194	1201	1207	1213	1219	1225	1232	1238	1244	1250
40	1257	1263	1269	1276	1282	1288	1295	1301	1307	1314
41	1320	1327	1333	1340	1346	1353	1359	1366	1372	1379
42	1385	1392	1399	1405	1412	1419	1425	1432	1439	1445
43	1452	1459	1466	1472	1479	1486	1493	1500	1507	1514
44	1520	1527	1534	1541	1548	1555	1562	1569	1576	1583
45	1590	1597	1605	1612	1619	1626	1633	1640	1647	1655
46	1662	1669	1676	1683	1690	1697	1705	1712	1719	1727
47	1734	1741	1749	1756	1764	1771	1779	1786	1794	1801
48	1809	1816	1824	1831	1839	1846	1854	1862	1869	1877
49	1885	1892	1900	1908	1916	1923	1931	1939	1947	1955
50	1962	1970	1978	1986	1994	2002	2010	2018	2026	2034
51	2042	2050	2058	2066	2074	2082	2090	2098	2106	2114
52	2123	2131	2139	2147	2155	2164	2172	2180	2188	2197
53	2205	2213	2222	2230	2238	2247	2255	2264	2272	2281
54	2289	2298	2306	2315	2323	2332	2340	2349	2357	2366
55	2375	2383	2392	2401	2409	2418	2427	2435	2444	2453
56	2462	2471	2479	2488	2497	2506	2515	2524	2533	2542
57	2550	2559	2568	2577	2586	2595	2604	2613	2623	2632
58	2641	2650	2659	2668	2677	2686	2696	2705	2714	2723
59	2733	2742	2751	2760	2770	2779	2788	2798	2807	2817
60	2826	2835	2845	2854	2864	2873	2883	2892	2902	2911
61	2922	2932	2942	2951	2961	2971	2980	2990	3000	3009
62	3019	3029	3039	3048	3058	3068	3078	3088	3097	3107
63	3117	3127	3137	3147	3157	3167	3177	3187	3197	3207
64	3217	3227	3237	3247	3257	3267	3277	3288	3298	3308
65	3318	3328	3339	3349	3359	3369	3380	3390	3400	3411



Кривая объёмов



Прямая объёмов



**Приложение 8**

Таблицы объёмов стволов сосны по разрядам высот

Диаметр, см	III		IV		V	
	Н, м	V, м <sup>3</sup>	Н, м	V, м <sup>3</sup>	Н, м	V, м <sup>3</sup>
8	14,0	0,038	12,5	0,034	11,5	0,032
12	17,8	0,101	16,2	0,095	15,0	0,085
16	20,5	0,196	18,7	0,179	17,3	0,166
20	23,1	0,335	21,0	0,305	19,2	0,279
24	24,9	0,510	22,6	0,463	20,4	0,418
28	26,2	0,720	23,7	0,651	21,3	0,585
32	27,1	0,961	24,5	0,869	21,9	0,776
36	27,8	1,237	25,1	1,117	22,4	0,996
40	28,4	1,549	25,6	1,397	22,8	1,244
44	28,9	1,898	26,1	1,714	23,2	1,523

**Приложение 9**

Таблицы объёмов стволов березы по разрядам высот

Диаметр, см	IV		V		VI	
	Н, м	V, м <sup>3</sup>	Н, м	V, м <sup>3</sup>	Н, м	V, м <sup>3</sup>
8	12,8	0,0315	11,8	0,0286	10,3	0,0256
12	16,1	0,0854	14,7	0,0785	13,3	0,0678
16	19,0	0,1470	17,1	0,1540	15,4	0,1360
20	20,6	0,2900	18,8	0,2610	16,7	0,2250
24	21,8	0,4380	19,9	0,3930	17,6	0,3380
28	22,6	0,6160	20,7	0,5530	18,2	0,4710
32	23,2	0,8220	21,3	0,7390	18,7	0,6270
36	23,7	1,0610	21,8	0,9530	19,1	0,8070
40	24,1	1,3290	22,2	1,1930	-	-
44	24,4	1,6230	-	-	-	-

**Приложение 10**

Классы товарности, определяемые по запасу и количеству деловых стволов (%)

Классы товарности	Хвойные насаждения кроме лиственницы		Лиственные насаждения и лиственница	
	по % запаса деловой древесины	по % деловых стволов	по % запаса деловой древесины	по % деловых стволов
1	81 и более	91 и более	71 и более	91 и более
2	61-80	71-90	51-70	66-90
3	до 60	до 70	31-50	41-65
4			до 30	до 40

Приложение 11

Стандартные таблицы сумм площадей сечений, видовых высот и запасов

Высота, м	С, Лц			Б			Ос			Е, П		
	$\Sigma G$	HF	М	$\Sigma G$	HF	М	$\Sigma G$	HF	М	$\Sigma G$	HF	М
<b>3</b>			<b>3</b>			<b>2</b>			<b>2</b>			<b>1</b>
<b>4</b>			<b>4</b>			<b>3</b>			<b>3</b>			<b>3</b>
<b>5</b>	20,4	3,4	<b>7</b>	13,6	2,7	<b>4</b>	13,7	3,2	<b>4</b>	15,3	2,4	<b>4</b>
<b>6</b>	21,8	3,8	<b>8</b>	14,3	3,1	<b>4</b>	14,8	3,6	<b>5</b>	17,0	2,9	<b>5</b>
<b>7</b>	23,1	4,2	<b>10</b>	15,0	3,5	<b>5</b>	15,9	4,0	<b>6</b>	18,6	3,4	<b>6</b>
<b>8</b>	24,5	4,6	<b>11</b>	15,7	3,9	<b>6</b>	17,1	4,4	<b>7</b>	20,1	3,9	<b>8</b>
<b>9</b>	25,8	5,0	<b>13</b>	16,4	4,4	<b>7</b>	18,2	4,8	<b>9</b>	21,7	4,3	<b>9</b>
<b>10</b>	27,1	5,4	<b>14</b>	17,1	4,8	<b>8</b>	19,3	5,1	<b>10</b>	23,0	4,9	<b>10</b>
<b>11</b>	28,4	5,8	<b>16</b>	17,8	5,2	<b>9</b>	20,4	5,5	<b>11</b>	24,4	5,2	<b>13</b>
<b>12</b>	29,6	6,2	<b>18</b>	18,5	5,6	<b>10</b>	21,5	6,0	<b>13</b>	25,9	5,6	<b>15</b>
<b>13</b>	30,8	6,6	<b>20</b>	19,3	6,0	<b>12</b>	22,6	6,3	<b>14</b>	27,3	6,0	<b>17</b>
<b>14</b>	32,0	7,0	<b>22</b>	20,2	6,4	<b>13</b>	23,7	6,8	<b>16</b>	28,6	6,5	<b>19</b>
<b>15</b>	33,2	7,4	<b>24</b>	21,1	6,8	<b>14</b>	24,8	7,1	<b>18</b>	29,7	6,9	<b>21</b>
<b>16</b>	34,4	7,8	<b>27</b>	22,0	7,2	<b>16</b>	25,8	7,5	<b>19</b>	30,8	7,5	<b>23</b>
<b>17</b>	35,5	8,2	<b>29</b>	23,0	7,6	<b>18</b>	27,0	7,9	<b>21</b>	31,8	8,0	<b>25</b>
<b>18</b>	36,6	8,6	<b>31</b>	23,9	8,0	<b>19</b>	28,0	8,3	<b>23</b>	32,7	8,4	<b>27</b>
<b>19</b>	37,6	9,0	<b>34</b>	25,0	8,4	<b>21</b>	29,3	8,7	<b>25</b>	33,7	8,8	<b>30</b>
<b>20</b>	38,7	9,4	<b>36</b>	26,2	8,8	<b>23</b>	30,3	9,1	<b>28</b>	34,8	9,2	<b>32</b>
<b>21</b>	39,7	9,8	<b>39</b>	27,3	9,2	<b>25</b>	31,4	9,6	<b>30</b>	35,7	9,7	<b>35</b>
<b>22</b>	40,7	10,2	<b>42</b>	28,6	9,6	<b>28</b>	32,4	10,0	<b>32</b>	36,6	10,2	<b>37</b>
<b>23</b>	41,7	10,6	<b>44</b>	29,8	10,0	<b>30</b>	33,5	10,4	<b>35</b>	37,5	10,7	<b>40</b>
<b>24</b>	42,6	11,0	<b>47</b>	31,0	10,4	<b>32</b>	34,7	10,7	<b>37</b>	38,3	11,1	<b>43</b>
<b>25</b>	43,6	11,4	<b>50</b>	32,1	11,8	<b>35</b>	35,7	11,2	<b>40</b>	39,1	11,6	<b>46</b>
<b>26</b>	44,5	11,8	<b>52</b>	33,1	11,2	<b>37</b>	35,9	11,5	<b>42</b>	39,8	12,0	<b>48</b>
<b>27</b>	45,3	12,2	<b>55</b>	34,0	11,6	<b>40</b>	37,9	11,9	<b>45</b>	40,5	12,5	<b>51</b>
<b>28</b>	46,2	12,6	<b>58</b>									
<b>29</b>	47,0	13,0	<b>61</b>									
<b>30</b>	47,8	13,4	<b>64</b>									



Бонитировочная шкала проф. М.М. Орлова

Возраст, лет	Средняя высота, м, по классам бонитета						
	I-a	I	II	III	IV	V	V-a
Семенные насаждения							
10	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1	-	-
20	12-10	9-8	7-6	6-5	4-3	2	1
30	16-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
40	20-18	17-15	14-13	12-10	9-8	7-5	4-3
50	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6	5-4
60	28-24	23-20	19-17	16-14	13-11	10-8	7-5
70	30-26	25-22	21-19	18-16	15-12	11-9	8-6
80	32-28	27-24	23-21	20-17	16-14	13-11	10-7
90	34-30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8
100	35-31	30-27	26-24	23-20	19-16	15-13	12-9
110	36-32	31-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10
120	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
130	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
140	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10
Порослевые насаждения							
5	5	4	3	2	1,5	1	-
10	7	6	5	4	3	2	1
15	11	10-9	8-7	6	5	4-3	2-1,5
20	14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
25	16	15-13	12-11	10-9	8-7	6-5	4-3
30	18	17-16	15-13	12-11	10-8	7-6	5-4
35	20	19-17	16-14	13-12	11-10	9-7	6-5
40	21	20-19	18-16	15-13	12-11	10-8	7-5
45	23	22-20	19-17	16-14	13-11,5	11-8,5	8-5,5
50	25	24-21	20-18	17-15	14-12	11-8,5	8-6
55	26	25-23	22-19	18-16	15-13	12-9	8-6
60	27	26-24	23-20	19-16,5	16-13,5	13-9,5	9-6,5
65	28	27-24,5	24-21	20-17	16-13,5	13-10	9-7
70	28,5	28-25	24-21,5	21-18	17-14	13-10,5	10-7,5
75	29	28-25,5	25-22	21-18,5	18-14,5	14-11	10-8
80	30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8,5
85	31	30-27	26-23,5	23-20	19-15,5	15-13	12-8,5
90	31	30-27	26-23,5	23-20	19-15,5	15-13	12-8,5
100	31	30-28	27-24	23-21	20-16	15-13	12-8,5
110	32	31-28,5	28-25	24-21	20-17	16-13,5	13-9
120	33	32-29	28-26	25-22	21-18	17-13,5	13-9

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение .....	3
Общие указания .....	3
Рекомендуемая литература .....	4
Контрольные вопросы.....	5
Пояснения к выполнению расчетной части контрольной работы.....	7
Приложения.....	30