

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Таксация леса

Направление подготовки (специальность) 35.03.01 Лесное дело

Профиль подготовки Лесное хозяйство

Форма обучения очная

1. Конспект лекций	
1.1 Лекция № 1 Введение. Понятие о дисциплине, ее цели и задачи, связь с другими предметами. Таксационные измерения, инструменты и приборы	
1.2 Лекция №2 Форма и полндревесность ствола	
1.3 Лекция №3 Таксация срубленных деревьев и их частей	
1.4 Лекция №4 Таксация лесных материалов	
1.5 Лекция №5 Таксация растущих деревьев	
1.6 Лекция №6 Объемные таблицы, методы составления и использования	
1.7 Лекция №7 Таксационные показатели насаждений и методы их определения	
1.8 Лекция №8 Нормативы для определения таксационных показателей насаждения	
1.9 Лекция №9 Методы определения запаса древостоя при перечисленной таксации	
1.10 Лекция №10 Способы определения древесного запаса выборочными методами	
1.11 Лекция №11 Сортиментация леса на корню	
1.12 Лекция №12 Таксация прироста древесного ствола и древостоя.	
1.13 Лекция №13 Закономерности строения древостоев, элементов леса по таксационным признакам	
1.14 Лекция №14 Ход роста древостоев	
1.15 Лекция №15 Инвентаризация лесного фонда. Таксация лесных массивов	
1.16 Лекция №16 Таксация лесосек и лесосечного фонда	
2 Методические материалы по выполнению лабораторных работ	
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Таксационные измерения, инструменты и приборы.	
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Таксационные измерения, инструменты и приборы.	
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Определение абсолютного, относительного и среднего сбega древесного ствола.	
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Определение коэффициентов формы и видовых чисел ствола.	
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Определение площади поперечного сечения.	
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Определение объема ствола и его частей по простым стереометрическим формулам.	
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Определение объема ствола и его частей по сложным стереометрическим формулам.	

2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Сортиментация древесного ствола и определение объема круглых лесоматериалов.	
2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Определение объема ствола растущего дерева.	
2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Определение объема хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров.	
2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Определение объема хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров.	
2.12 Лабораторная работа № ЛР-12 Определение объема пиломатериалов.	
2.13 Лабораторная работа № ЛР-13 Определение таксационных показателей насаждений.	
2.14 Лабораторная работа № ЛР-14 Определение таксационных показателей насаждений.	
2.15 Лабораторная работа № ЛР-15 Определение древесного запаса по модельным деревьям и объемным таблицам.	
2.16 Лабораторная работа № ЛР-16 Определение древесного запаса по модельным деревьям и объемным таблицам.	
2.17 Лабораторная работа № ЛР-17 Глазомерно-измерительные способы определения древесного запаса.	
2.18 Лабораторная работа № ЛР-18 Сортиментация леса по модельным и учетным деревьями.	
2.19 Лабораторная работа № ЛР-19 Сортиментация леса по сортиментным таблицам.	
2.20 Лабораторная работа № ЛР-20 Сортиментация леса по товарным таблицам.	
2.21 Лабораторная работа № ЛР-21 Определение прироста древесного стола срубленного дерева.	
2.22 Лабораторная работа № ЛР-22 Определение прироста по объему растущих деревьев.	
2.23 Лабораторная работа № ЛР-23 Прирост отдельных древостоев.	
2.24 Лабораторная работа № ЛР-24 Анализ древесного ствола.	
2.25 Лабораторная работа № ЛР-25 Закономерности в строении древостоев.	
2.26 Лабораторная работа № ЛР-26 Ход роста древостоев: ознакомление с местными и общими таблицами хода роста, их содержание и назначение.	
2.27 Лабораторная работа № ЛР-27 Основные методы и основные документы инвентаризации лесов.	
2.28 Лабораторная работа № ЛР-28 Таксация лесосек и лесосечного фонда: виды учета и методы таксации лесосек.	
2.29 Лабораторная работа № ЛР-29 Материально-денежная оценка лесосек при разных методах таксации.	

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция № 1 (2 часа).

Тема: «Введение. Понятие о дисциплине, ее цели и задачи, связь с другими предметами. Таксационные измерения, инструменты и приборы»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Понятие о дисциплине, ее цели и задачи, связь с другими предметами.
2. Таксационные измерения, инструменты и приборы

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие о дисциплине, ее цели и задачи, связь с другими предметами.

Лесная таксация - наука лесохозяйственного профиля, изучающая особенности строения лесных массивов в статике и динамике, методы учета и экономической оценки лесных ресурсов, их пространственного размещения, определения запасов и товарной структуры древостоев.

Целью изучения курса «Лесная таксация» является профессиональная подготовка по технике и методам учета лесных ресурсов, технологии проведения лесоинвентаризационных работ, организации и размещению лесохозяйственного и лесопромышленного производства по административно-экономическим районам государства, составлению карт лесов и таксационному описанию, для целей их прикладного использования в практике лесного хозяйства, а также совершенствованию теоретических основ, методов и способов таксации, устройству и применению лесоизмерительных приборов и инструментов.

Лесная таксация тесно связана со многими дисциплинами лесохозяйственного профиля: ботаникой и дендрологией, лесоводством и лесоведением, статистикой и геодезией, лесоустройством, лесным товароведением и древесиноведением, ресурсоведением, экономикой и т.д. Поэтому таксация, происходящие в лесу процессы, рассматривает с учетом диалектических взаимосвязей.

Содержание лесной таксации включает изучение следующих вопросов:

1. Объекты, методы и способы таксации леса, взаимосвязь таксации со смежными науками лесохозяйственного профиля, измерительные приборы и инструменты, ошибки измерений.
2. Основные требования, предъявляемые к закладке пробных площадей, способы их закладки в зависимости от целей и задач таксирования насаждений и рельефа местности, основные правила работы на пробе, камеральная обработка эмпирических материалов.
3. Средние, модельные деревья, способы их отбора и раскряжевки, методы определения площади сечений спилов, взятых для анализа на разной высоте ствола абсолютный и относительный сбег ствола, определение объемов бревен и стволовой древесины по стереометрическим формулам.

4. Форма и полнота древности ствола, коэффициенты формы и видовые числа, таксация круглых лесоматериалов, дров и других мелких сортиментов. Методы составления массовых объемных и сбеговых таблиц, правила пользования ими.

5. Таксация насаждений, основные таксационные показатели, способы их определения.

6. Закономерности в строении простых чистых одновозрастных насаждений и однородных частей сложных частей сложных насаждений. Ранги распределения, редуцированные числа, естественные ступени толщины.

7. Особенности учета запасов насаждений по целевому назначению, видам рубок. Способы таксации древостоев по способу средней модели, по классам с равным числом деревьев в классе, пропорционально-ступенчатому представительству моделей в классе и методом кривых и прямых зависимостей.

8. Сортиментация леса по сортиментным и товарным таблицам, содержание и методы их составления, правила пользования.

9. Таксация древесного прироста, средний и текущий приросты деревьев и насаждений, полный анализ древесного ствола.

10. Отвод, таксация и материально-денежная оценка лесосек, правила приема-передачи лесосек лесозаготовительному предприятию, эксплуатационный и ликвидный запас. Штрафные санкции за нарушения правил лесопользования.

2. Таксационные измерения, инструменты и приборы

Для измерения диаметров растущих и срубленных деревьев используют мерные вилки, а также градуированные рулетки, при помощи которых диаметр дерева, особенно толстомерного, определяют по длине окружности ствола. Толщину бревен измеряют мерной скобой или складным метром.

Высоту деревьев определяют с помощью оптических высотомеров различных марок. Существуют высотомеры, которыми, наряду со специальными крономерами, можно измерять параметры крон растущих деревьев. Возраст растущих деревьев определяют возрастным буравом, а прирост по диаметру за последние 5-10 лет - приростным буравом. Для определения возраста деревьев и прироста по диаметру на керне с нечетко выраженными годовыми кольцами используют устройство оптическое таксационное (УОТ). Угловые шаблоны - полнотомеры - предназначены для определения суммы площадей поперечных сечений стволов (m^2) на 1 га. Наиболее часто в практике лесоустройства применяют угловые шаблоны В. Биттерлиха, таксационный прицел-призму Н. П. Анучина, а также зеркальный реласкоп, который является универсальным прибором. Для выполнения геодезических работ применяют геодезические приборы - теодолиты и буссоли, мерные ленты, мерное устройство и измерительные рулетки. При таксационно-дешифровочных работах, кроме традиционных Л. п. и., используют стереоизмерительную технику: различные стереоскопы, интерпретоскоп, стереопантометр и др. оборудование.

1. 2 Лекция №2 (2 часа).

Тема: «Форма и полнота древности ствола»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Форма ствола.
2. Полнодревесность ствола.

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Форма ствола

Форма ствола – таксационное понятие, применяемое для характеристики древесного ствола как геометрической фигуры. Форма ствола зависит от биологических особенностей древесной породы, возраста, условий роста и развития. Формы ствола разнообразны. У деревьев, выросших в густом лесу, стволы более правильной (близкой к цилиндрической) формы, у одиночно растущих -- обычно неправильной, при этом у них сильно развита крона. Если древесный ствол разрезать по сердцевине вертикальной плоскостью, в сечении получится фигура, ограниченная кривой линией, расположенной симметрично по отношению к его вертикальной оси (серцевине). Следовательно, условно древесный ствол по форме можно рассматривать как тело вращения, ограничиваемое некоторой кривой. Форма ствола характеризует сбеги ствола, коэффициенты формы ствола.

2. Полнодревесность ствола.

Полнодревесность ствола – степень приближения формы древесного ствола к форме равновеликого цилиндра, диаметр которого равен диаметру ствола на высоте 1,3 м. Полнодревесность ствола значительно варьирует в пределах совокупности деревьев, особенно в пределах древостоя. Полнодревесность тесно связана с видовыми числами и коэффициентами формы стволов. Полнодревесными считаются стволы, имеющие видовое число 0,60--0,70, среднеполнодревесными -- 0,50, малополнодревесными -- 0,35--0,40. Таким образом, чем больше видовое число, тем выше полнодревесность и объем ствола. Полнодревесность зависит от древесной породы, высоты дерева и лесорастительных условий: полнодревесность уменьшается с увеличением высоты деревьев при неизменном диаметре на высоте 1,3 м, а также при одинаковых высотах деревьев с ухудшением лесорастительных условий (снижение класса бонитета). В горных лесах полнодревесность стволов уменьшается по мере повышения их местоположения по отношению к высоте над уровнем моря.

Полнодревесность ствола характеризуют видовыми числами. Для их определения используют следующие формулы:

$$\text{старое видовое число } f = \frac{V}{(g_{1,3}h)} ;$$

$$\text{нормальное видовое число } f_N = \frac{V}{(g_{0,1}h)} ,$$

где V – объем ствола, m^3 , $g_{1,3}$ и $g_{0,1}$ – площади сечения соответственно на высоте 1,3 м и 0,1 высоты ствола, m^2 , h – высота ствола, м.

Приближенно видовые числа можно определять по следующим эмпирическим формулам

$$\text{– Вейзе } f = q_2^2$$

$$\text{– Кунце } f = q_2 - c$$

$$\text{Шиффеля } f = \frac{0,66q_2^2 + 0,32}{q_2h + 0,14}$$

$$\text{Шустова } f = \frac{0,6q_2 + 0,04}{(q_2h)}$$

где q_2 – коэффициент формы;

c – постоянная величина, зависящая от породы (для сосны – 0,20; для ели -0,21; для лиственных пород-0,22);

h – высота ствола, м.

1. 3 Лекция №3 (2 часа).

Тема: «Таксация срубленных деревьев и их частей»

2.2.1 Вопросы лекции:

1. Основные части дерева и таксационные показатели древесного ствола
2. Таксация срубленного дерева

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные части дерева и таксационные показатели древесного ствола

По естественно-морфологическим признакам дерево состоит из трех частей: ствола, сучьев и корней. Совокупность сучьев образуют крону, а совокупность корней — корневую систему. Соотношение между объемами этих частей деревьев самое различное и зависит оно от породы, возраста и от условий роста дерева. По данным исследований установлено, что в густых древостоях на ствол приходится 60 ... 80 %, на крону 5... 25%, и на корни 5... 30 % общего объема дерева.

С увеличением густоты древостоя объем ствола увеличивается, а объем сучьев уменьшается. Густота древостоя оказывает влияние на высоту ствола и на его форму. Стволы деревьев, выросших в густом лесу, высоки, полнодревесны, имеют более правильную форму и в средней части приближаются к цилиндру, что придает им особую производственную ценность. Деревья, выросшие на свободе, по высоте ниже, а избыток простора позволяет им сильно развивать крону. Стволы таких деревьев конусообразны, имеют большой сбег. С производственной точки зрения такие стволы не представляют большой ценности.

В зависимости от производственного использования дерево делится на следующие части:

ствол - деловые сортименты, дрова, отходы (кора от деловых сортиментов и вершинка);

крона - дрова, сучья, лапка (тонкие ветви с хвоей или листьями);

пни и корни - дрова; у некоторых пород сырье для химической переработки.

Наиболее ценной частью дерева является ствол. Для характеристики ставила с количественной и качественной стороны устанавливают таксационные показатели. Под таксационными показателями следует понимать такие показатели, которые характеризуют ствол или часть ствола со стороны размеров и форм.

При таксации отдельного дерева определяют следующие таксационные

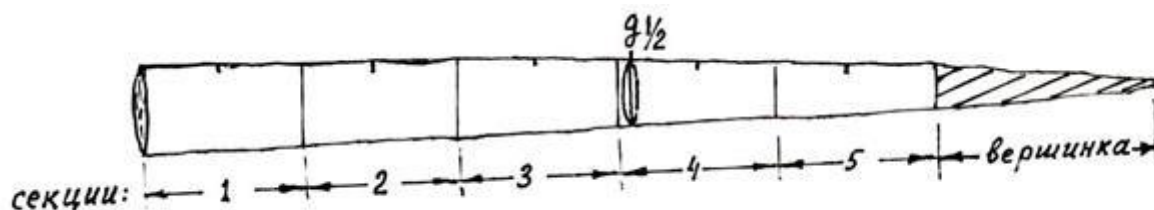
показатели, обозначаемые буквами латинского и, частично, греческого алфавита: длину или высоту; диаметр или толщину ствола на высоте груди (на высоте 1,3 м от шейки корня), который обозначается буквой d с индексом 1,3, объем ствола V , v ; площадь поперечного сечения ствола на высоте груди $S_{1,3}$; показатели формы ствола (сбег, коэффициенты и классы формы q); видовое число (полнодревесность ствола); возраст дерева A , a ; прирост ствола дерева Z ; товарную структуру (процент выхода деловой древесины от общего объема ствола).

Одни таксационные показатели можно измерить непосредственно (длину, высоту, диаметр), а другие определяются путем последующих расчетов (площадь сечения, объем и др.). Так как для определения объема ствола необходимо знать его диаметр, высоту (длину) и форму, эти показатели можно назвать основными, а остальные – второстепенными (производными).

2. Таксация срубленного дерева

У срубленного дерева число измеряемых таксационных показателей больше и сами измерения выполняются точнее. В частности определяют длину ствола с точностью 0,1 м и диаметры в разных частях его длины с точностью не ниже 0,5 см, возраст (на пне) с точностью до одного года, длину кроны с ошибкой 0,1 м. Для определения объема ствола измеряют диаметры по всей его длине через 1 или 2 м, а кроме того, на высоте 1,3 м, на $\frac{1}{2}$ высоты ствола. У ствола срубленного дерева определяют также коэффициент формы q_2 , видовое число F и сбег.

Определение объема ствола по секциям. Ствол разделяют на части – секции, чаще всего одинаковой длины. При высоте дерева до 15 м длина секций берется 1 м, а при высоте более 15 м – 2 м. При этом сам распил ствола на чураки длиной 1 или 2 м не производится.



Деление ствола на секции при определении его объема

При 1-метровых секциях объем каждой из них находят как площадь сечения среднего диаметра (диаметр выводят как среднее из двух значений – наибольшего и наименьшего), умноженная на длину. К сумме объемов по секциям добавляют объем вершинки V , определяемый по формуле конуса:

$$V = \frac{1}{3} g L,$$

где: g – площадь сечения основания конуса, м²;

L – длина вершинки, м;

D – диаметр основания вершинки (конуса).

При двухметровых секциях диаметр измеряется на середине каждой из них (т.е. на 1,3, 5, 7 и т.д. нечетных метрах). Последнее измерение диаметра по стволу должно быть на четном метре, т.е. через метр от нечетного. Например, измерения диаметров ствола будут на 1,3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, и 18 м от пня.

1.4 Лекция №4 (2 часа).

Тема: «Таксация лесных материалов»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Классификация лесных материалов.
2. Таксация крупных лесоматериалов.
3. Таксация строганных, пиленных, тесанных, лущенных и колотых лесоматериалов.
4. Таксация дров и лесных сортиментов

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификация лесных материалов

Из заготовленной древесины при рубках леса получают различные сортименты. На каждый вид сортиментов есть стандарты, которые предусматривают определенный диапазон требований к лесоматериалам. Качество лесоматериалов, их сортировка и маркировка также определяется ГОСТами.

Различают следующие виды материалов:

- Лесоматериалы – материалы из древесины, сохранившие ее природную физическую структуру и химический состав. Получают из поваленных деревьев или их частей путем поперечного или продольного деления.
- Лесоматериалы, получаемые путем поперечного деления называются круглыми, а путем раскалывания – колотыми. Круглые, колотые лесоматериалы и технологическая щепка называется деловой древесиной.
- Древесина, предназначенная для переработки или использования в качестве топлива, называется древесным сырьем.
- Лесоматериалы, установленного назначения называются сортиментом. Сортименты, предназначенные для промышленной переработки называют деловыми. Бревно – круглый сортимент предназначен для использования в круглом виде или для переработки.

2. Таксация круглых лесоматериалов

Круглые лесоматериалы различают:

1. рудничная стойка – крупный сортимент для крепления горных выработок. Она может иметь длину кратную 1 м и с диаметром в верхнем отрезе 12 и более см.
2. строительное бревно – крупный сортимент, используемый либо в строительстве, либо для продольной распиловки. Длина бревен кратна 0,5 м, диаметр в верхнем отрезе не менее 14 см.
3. подтоварник – тонкомерный стройматериал, используемый для вспомогательных и временных построек. Длина регламентируется границей в 0,5 м. Толщина в верхнем отрезе от 6 до 13 см.
4. жерди – тонкомерный сортимент, средняя толщина которого меньше 8 см. Длина не регламентируется, но в практике имеет градацию в 0,25 м.

Применяют крупные сортименты и для распиловки:

- пиловочник – бревно, из которого изготавливается пиломатериалы общего назначения (доски разной толщины)

- различные виды кряжей (авиационный, карандашный, лыжный, тарный, клепочный и другие)

Различают крупные сортименты, используемые для переработки лущением или строганием:

- различные виды кряжей (фанерный, спичечный, стружечный и другие)
- кряжи для выработки соответствующего вида лепона (производство фанеры разной толщины)

Также выделяют сортименты для производства древесных плит и химической переработки:

- балансы – крупные мелкоколотые сортименты, применяемые для производства целлюлозы или древесной массы
- технологическая щепка – для производства различных видов плит (ДВП, ДСП и другие)
- пневой осмол – ядровая часть пня и корней хвойных пород. Используется для производства смолистых веществ.

Из крупных лесоматериалов получают древесное топливо:

- дрова – круглые или колотые сортименты с градацией по длине 0,5 м. Дрова длиной 1 м называют долготы, а меньше 0,5 м – швырок. Колотые дрова длиной до 1 м называют пленьями.

Из коры лесоматериалов получают дубильное сырье, которое идет для производства экстрактов. В процессе лесозаготовок получают древесную зелень, в которую входят листья, хвоя, не одревесневшие побеги, почки. Из древесной зелени путем ее измельчения и сушки получают витаминную муку, которая также как и древесная зелень используется в корм крупному рогатому скоту.

По толщине крупные лесоматериалы разделяют на 3 группы:

1. мелкие материалы – от 6 до 13 см в верхнем отрезе для хвойных пород, и от 8 до 13 см для лиственных пород.
2. средние материалы – имеют диаметр в верхнем отрезе от 14 до 25 см.
3. крупные материалы – имеют диаметр в верхнем отрезе более 26 см.

В зависимости от качества древесины и дефектов обработки крупные лесоматериалы делят на 4 сорта. На сортность материалов влияют сучки, их количество на погонный метр, гниль, кривизна материала, трещины.

Мелкие материалы заготавливаются только 3и 4 сортов. Крупные лесоматериалы, предназначенные для распиловки или строгания, должны иметь припуск на оторцовку от 3 до 5 см. Крупные лесоматериалы сохраняют форму боковой поверхности древесного ствола. Поэтому их объемы находят либо по простой, либо по сложной формуле среднего сечения. Примерно объемы сортиментов определяют по таблицам по срединному диаметру бревна без коры.

Крупные партии материалов замеряют в штабелях путем определения ширины, высоты и длины штабеля. Складочные кубические метры переводят в плотные с диаметром коэффициентов (для хвороста – 0,12; для бревен – 0,7; для крупных дров – 0,5 и так далее). Деловые сортименты длиной до 2 м и дровяное долготье определяется в складочной мере.

3. Таксация строганных, пиленных, тесанных, лущенных и колотых лесоматериалов

Из крупных лесоматериалов получают разнообразную продукцию. Значительный удельный вес занимает пиленая продукция – это материалы, полученные из древесины в результате продольного деления бревен на части.

К пиленой продукции относят:

1. пиломатериалы – градация, определенных размеров и качества, регламентированная соответствующими ГОСТами. К ним относят:

- пластины – пиломатериалы, полученные продольной распиловкой бревна на 2 равные части
- четвертины – материалы, полученные продольной распиловкой пластины на 2 равные части
- брус – материал шириной и толщиной 100 мм и более
- бруски – пиломатериалы толщиной менее 100 мм, а ширина не превышает двойную толщину
- заготовки из древесины – пиломатериал с размерами и качеством, соответствующим изготавливаемым деталям
- шпала – пиломатериалы, в виде бруса, предназначенная для использования в качестве опор рельсов железнодорожных путей
- обапол – пиломатериалы, получаемые из боковой части бревна

Стандартами пиломатериалы делят на:

А) по толщине:

- тонкие (до 32 мм)
- толстые (более 33 мм)

Б) по характеру обработки:

- обрезные (все 4 стороны пропилены)
- не обрезные (пропилены только 2 стороны)

В) по размерам:

- короткие (до 4 м)
- средние (от 4,5 до 7 м)
- крупные (более 7 м)

2. из лесоматериалов получают колотую и тесанную продукцию:

- бондарная клепка – дощечка для изготовления бочек
 - санный полоз – для изготовления санок. Учитывается комплектом. Его длина 3 – 3,5 м, а толщина 10 – 16 см.
 - колесный обод – наружная деревянная часть колеса
 - болванки для оружейных лож, прикладов
3. к строганным материалам относится фанера, которая учитывается по площади.
4. К лущеным материалам относят:
- лущеный шпон
 - клееная фанера

Пиленные лесоматериалы определяют либо по специальным таблицам, либо путем замеров их в штабелях.

4. Таксация дров и лесных сортиментов

Дрова разделяют по породам. Если они изготовлены из одной породы, то их называют однородными, а если из пород разных групп, то – смешанными.

Дрова делят на 3 группы в зависимости от качества древесины, ее назначения и древесной породы. В первую группу включаются дрова с малой теплотворной способностью (береза, бук, граб, дуб, лиственница, клен). Во вторую группу – сосна, ольха, ива, рябина. В третью группу – ель, кедр, осина, тополь, липа. Размеры дров по длине устанавливают: 0,25; 0,33; 0,5; 0,75; 1,0 м.

Поленья диаметром от 3 до 14 см заготавливают в круглом виде. При больших диаметрах их раскалывают на части: от 15 до 25 см – на 2 части; более 26 см – на 4 части.

Дрова по влажности делят на:

- воздушно – сухие (влажность менее 25%)
- полусухие (влажность от 26 до 50%)
- сырые (влажность более 50 %)

Гниль в дровах не должна превышать 3 – 65% в зависимости от расположения гнили и ее вида. Учет дров проводится в поленницах. Таксируют дрова в складочных кубических метрах путем замера поленницы в трех направлениях: по высоте, по ширине и по длине.

В производственных условиях иногда ведут учет хвороста, сучьев, коры и пневой древесины. Учет хвороста ведут в складочных кубических метрах. Для этого хворост укладывают в кучи между кольями, вершинами в одну сторону. Длину кучи измеряют по средней длине хворостинки. Кора древесной породы имеет промежуточное значение. Ее учитывают в кг, тоннах, кубометрах и находят ее объем как разницу объемов стволов в коре и без нее. Пневую древесину учитывают в складочных кубических метрах в кучах.

1.5 Лекция №5 (2 часа).

Тема: «Таксация растущих деревьев»

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Способы таксации.
2. Стадии работы.

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Способы таксации.

Рассмотренные выше математические способы таксации срубленных деревьев теоретически не исключают возможность применения их для определения объема растущих деревьев. Однако в лесохозяйственной практике эти способы не получили применения по следующим соображениям:

1. Измерить диаметры стволов растущих деревьев на различных высотах невозможно, а использование для этих целей сложных приборов (дендрометров) технически трудоемкая работа.
2. Поскольку нельзя измерить диаметры ствола на разных высотах, то и нельзя определить коэффициенты его формы и, как следствие, невозможно характеризовать форму ствола.

С учетом трудоемкости этих измерений в лесной таксации разработаны специальные методы таксации растущих деревьев. В основу этих методов положена

теория средних величин, позволяющая при минимальном числе измерений достаточно точно определить объемы стволов растущих деревьев. Такими доступными измерению таксационными показателями являются диаметр на высоте груди человека среднего роста, т. е. на расстоянии 1,3 м от шейки корня, и высота ствола.

Выше было отмечено, что стволы растущих в насаждении деревьев, полнодревесны, в то время как деревья, растущие на просторе, характеризуются большой сбежистостью. Таким образом, при одинаковых диаметрах на высоте 1,3 м и высотах объемы отдельных деревьев различны и зависят от формы стволов.

Поскольку форму стволов растущих деревьев установить трудно, для определения их объемов в лесной таксации введено новое понятие — видовое число (показатель, характеризующий полнодревесность стволов). Более подробно этот вопрос рассмотрим ниже.

В практике редко таксируют одно растущее дерево, обычно приходится оценивать множество деревьев на корню, т. е. совокупность деревьев. Это делается при проведении выборочных, санитарных и проходных рубок, уборке семенников и недорубов на лесосеках прошлых лет, а также при заготовке специальных сортиментов.

Совокупность отдельных деревьев представляет собой механическую смесь деревьев, отобранных в разных насаждениях квартала, так как они в процессе роста и развития не оказывали влияния друг на друга (в отличие от совокупности деревьев древостоя одного насаждения). Поэтому здесь нет тех характерных закономерностей в изменении таксационных показателей, которые свойственны насаждению.

2. Стадии работы.

В насаждении деревья по их размерам распределяются закономерно. Так, преобладающая часть деревьев имеет размеры и Фор ш, близкие к показателям среднего дерева. Число деревьев, размеры которых больше и меньше размеров среднего дерева, по мере удаления от него уменьшается. Распределение деревьев по размерам характеризуется кривой нормального распределения. При таксации совокупности отдельных деревьев основные стадии работы следующие:

- выбор и клеймение деревьев у шейки корня и на высоте груди;
- обмер и перечет деревьев;
- определение общего объема (запаса).

У отобранных деревьев мерной вилкой измеряют диаметры на высоте груди. Их высоту определяют глазомерно по ступеням высоты 2...3 м (15, 17, 19 и т. д. или 15, 18, 21 и т. д.). Данные записывают в перечетную ведомость. Объемы деревьев определяют по массовым таблицам объемов с двумя входами по диаметру и h . В них проводятся средние объемы деревьев в зависимости от породы, диаметра на высоте 1,3 м и высоты. Объем одного дерева каждой ступени толщины умножают на число таких стволов и получают запас ступени. Суммируя запас всех ступеней толщины, получают запас совокупности отдельных деревьев.

1.6 Лекция №6 (2 часа).

Тема: «Объемные таблицы, методы составления и использования»

1.6.1 Вопросы лекции:

1. Общие сведения
2. Методика составления объемных таблиц.

1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Общие сведения

В лесохозяйственной практике чаще всего приходится иметь дело с таксацией не отдельного дерева, а совокупности деревьев, объединяемых в сравнительно однородные по размерам и форме стволов группы. К таким однородным группам применяют метод средних величин объемов стволов, полученных из большого числа измерений. В этом случае общий запас совокупности деревьев определяется не как сумма объемов отдельных деревьев, вычисленных математическими способами, а путем вычисления их по готовым таблицам, называемым *м а с с о в ы м и* или *о б ъ е м н ы м и*. Такие таблицы составлены для основных пород в зависимости от диаметра на высоте груди, высоты и формы ствола. Их принято называть таблицами с тремя входами, а таблицы, составленные по высоте и диаметру,— таблицами с двумя входами. Массовые таблицы составляются по материалам обмера большого количества деревьев. При этом объемы деревьев вычисляют по сложной формуле срединных сечений.

Массовые таблицы делятся на общие и местные. Если при составлении таблиц были использованы материалы, собранные в лесах определенного района (области, республики), такие таблицы называют местными. Таблицы, построенные на материалах, полученных с обширной лесной территории, называют общими массовыми таблицами. Широкое применение в практике лесного хозяйства получили массовые таблицы Союзлеспрома, разработанные под руководством проф. М. М. Орлова.

Таблицы объемов Союзлеспрома. Огромные масштабы заготовки древесины в 30-х годах, наличие различных таблиц по учету запаса леса на корню и их невысокая точность, переход на новую метрическую систему мер вызвали необходимость составления новых массовых таблиц, обеспечивающих высокую точность. Эти таблицы должны были обеспечить точность определения запаса на уровне $\pm 5 \%$.

Для выполнения этой важной задачи были привлечены видные ученые в области лесной таксации. Составление таблиц было поручено: по сосне проф. Д. П. Товстолесу, по ели проф. В. К. Захарову, по дубу профессору Б. А. Шустову, по березе и осине проф. А. В. Тюрину. Таблицы окончательно были подготовлены и опубликованы в 1931г. Первоначально таблицы были составлены по классам бонитета и трем разрядам коэффициентов формы (за исключением осины и березы): для сбежистых, среднесбежистых и полнодревесных.

Вполне очевидно, что класс бонитета, устанавливаемый по соотношению возраста и высоты, не всегда совпадает с разрядом высот (соотношение диаметра и высоты).

Поэтому позднее классы бонитета заменили разрядами высот. Нумерация была принята такая же, как и для классов бонитета: 1б, Ia, I, II, III, IV, V, Va. Для сосны были приняты восемь разрядов, для дуба и ели - семь, для березы - шесть, для осины - пять. Пример выдержки из объемных таблиц для сосны средней формы представлен в следующей таблице.

2. Методика составления объемных таблиц.

Массовые таблицы объема были составлены следующим образом:

- 1) срубили и обмеряли 14 тысяч модельных деревьев разных древесных пород.

2) модельные деревья каждой древесной породы сгруппировали по разрядам высот. Для сосны установили 8 разрядов, для ели - 7, для березы 6 и для осины - 5.

3) для каждого разряда высоты по ступеням толщины определили q_2 и выделили 3 класса формы: высший, средний и низший. Высший коэффициент формы - 0,71-0,80; средний - 0,65-0,70; низший - 0,57-0,60.

4) определили видовые числа древесных стволов по формуле Шиффеля.

5) определили объемы стволов в пределах выделенной группы по классам формы: $V_{ств} = g_{1,3} \cdot h \cdot f$ 6) составили объемные таблицы по древесным породам.

Ввиду того, что коэффициент формы растущего дерева определить трудно, рекомендуется применять таблицы для стволов высшей формы в густых древостоях, средней формы - в древостоях средней полноты, низшей формы - в редких древостоях. Наиболее удачными из массовых таблиц считаются таблицы, составленные по разрядам высот. Суммарная ошибка в определении запаса совокупности деревьев не превышает $\pm 10\%$.

Таблицы сбега. Таблицами сбега называются таблицы, в которых для древесного ствола по каждой ступени толщины даны объемы двухметровых секций и указаны их срединные диаметры. Кроме того приводится объем коры и сучьев в % от объема ствола. Таблицы сбега на практике используются для составления товарных и сортиментных таблиц. Существуют таблицы сбега, составленные по методике профессора Третьякова и по методике профессора Захарова.

1. Графический метод профессора Третьякова. По методике Третьякова по модельным деревьям в каждом разряде высоты находят диаметры у основания, на $\frac{1}{4}$ и на $\frac{1}{2}$ и на $\frac{3}{4}$ высоты ствола путем умножения ($d_{1,3}$ на соответствующий коэффициент формы.

по этим данным графически изображают образующую древесного ствола. Ствол делят на двухметровые секции. На серединках этих секций определяют диаметры, которые и заносят в таблицу сбега. По диаметрам вычисляют объемы двухметровых секций и также заносят в таблицу сбега. Сумма объемов этих секций с учетом объема вершинки дает значение объема всего ствола. Недостаток данной методики - она требует большого количества измерений модельных деревьев.

2. Профессор Захаров предложил метод относительных диаметров для составления таблиц сбега:

- рубят модельные деревья и группируют по разрядам высот
- делят стволы срубленных деревьев на 10 равных частей
- принимая диаметр на 0,1 высоты ствола за 100% находят относительные диаметры в % на относительных высотах (0,2; 0,3; 0,4; ...)
- у древесных стволов первой породы относительные диаметры (числа сбега) не зависят не от высоты, не от $d_{1,3}$ и могут характеризоваться средними величинами.

Профессор Захаров составил таблицу относительных диаметров для 7 древесных пород.

- по относительным диаметрам определяют относительные объемы частей древесного ствола в 0,1 его высоты
- переход от относительного диаметра и объема к абсолютным величинам по каждому разряду высоты делается умножением полученных относительных значений на конкретные значения диаметра и объема на высоте 0,1

В практике эти таблицы используются для составления сортиментных таблиц, кроме того по ним можно определить объем ствола по секциям или сортиментам требуемых размеров и диаметру в верхнем разрезе любого сортимента.

По данным профессора Захарова предложенный им метод составления таблиц сбега требует значительно меньших обмеров деревьев, чем метод Третьякова.

1.7 Лекция №7 (2 часа).

Тема: «Таксационные показатели насаждений и методы их определения»

1.7.1 Вопросы лекции:

1. Происхождение, форма, состав древостоя.
2. Класс бонитета древостоя.

1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Происхождение насаждений

По происхождению насаждения делятся на естественные (семенные и порослевые) и искусственные (лесные культуры). Отнесение естественных насаждений смешанного происхождения к категории семенных или порослевых производится по преобладанию в них деревьев того или иного происхождения. При этом насаждения считаются созданным искусственно, если деревья искусственного происхождения составляют в нём не менее 3/10 состава.

К искусственным насаждениям относятся лесные культуры, созданные посевом или посадкой и переведенные в покрытые лесом земли, а также насаждения, созданные в порядке реконструкции и достигшие показателей, соответствующих установленным нормативам перевода лесных культур в покрытые лесом земли.

Несомкнутые лесные культуры, в том числе и созданные реконструкцией, учитываются отдельными видами земель. Отнесение при таксации культур к покрытым лесом землям осуществляется по нормативам, утверждаемым республиканским органом государственного управления в области лесного хозяйства.

Деревья в искусственно созданных насаждениях большей частью имеют примерно одинаковый возраст. В древостоях, созданных посадкой, деревья обычно расположены рядами. При прочих равных условиях искусственные насаждения почти всегда имеют большую плотность смыкания крон и большую плотность заселения занятого ими пространства.

Искусственные древостои в первую очередь создаются в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства, куда входят и леса Беларуси. В нашей стране лесов искусственного происхождения около 24%.

Форма насаждений

Древесная, кустарниковая и травянистая растительность образует в отдельных насаждениях несколько ярусов, или пологров. Самый верхний ярус занимают деревья. Часто деревья располагаются в два яруса: первый – из светолюбивых пород, например сосны, второй – из теневыносливых, например, ели. Следующий ярус составляют кустарники и молодое поколение древесных пород. Самый нижний ярус, покрывающий почву, состоит из трав и мхов.

Ярусность насаждений является следствием различия биологических свойств лесной растительности и условий среды. Каждый ярус чаще всего имеет определенный видовой состав. Отдельные деревья той породы, которая находится в верхнем ярусе, могут отставать в росте от основной массы деревьев и оставаться ниже общего полога, что вносит неопределенность в выделение ярусов.

Так как при таксации необходимо расчленять насаждения на ярусы, то практика лесного хозяйства выработала для этого определенные нормативы. Основанием для деления насаждений на ярусы является различие в средней высоте отдельных категорий деревьев, образующих насаждение.

Выделение ярусов в древостоях регламентируется действующей лесоустроительной инструкцией. В Беларуси на настоящий день приняты следующие нормативы для выделения ярусов:

- полнота каждого яруса – не менее 0,3;
- разница в средних высотах ярусов – не менее 20 %.

Во всех остальных случаях нижний полог таксируется подростом.

Основным считается ярус, имеющий больший запас на 1 га, при равенстве запасов – большее хозяйственное значение.

Деление насаждений на ярусы преследует двоякую цель:

- 1) уточнить таксационную характеристику;
- 2) выделить части, в которых будут проводиться разные лесохозяйственные мероприятия. Например, в лиственно-еловых насаждениях задачей хозяйства может быть постепенная вырубка верхнего – лиственного яруса и осветление второго – елового.

К вопросу о расчленении насаждений на ярусы следует подходить диалектически. Надо иметь в виду, что между ярусами наблюдается зависимость. При наличии густого верхнего яруса второй ярус бывает более изреженным.

Насаждения, состоящие из одного верхнего яруса, образуются чаще всего в тех случаях, когда верхний ярус исключает возможность развития второго яруса. Например, еловые леса из-за биологических особенностей этого вида создают такое сильное затенение, при котором не может расти второй ярус.

Насаждения делятся на одноярусные, двухъярусные, трехъярусные и т.д. Насаждения, имеющие два яруса и более, называются многоярусными или сложными. Одноярусные древостои именуют простыми. В насаждениях, в верхнем ярусе которых произрастает светолюбивая порода, например сосна, в нижнем при соответствующих почвенных условиях могут расти дуб, ель, липа и др. В насаждениях с преобладанием в верхнем ярусе дуба, вяза, ясени второй ярус составляют яблоня, груша, клен, граб и др.

В насаждении, состоящем из деревьев одной породы, может образоваться несколько ярусов. В этом случае в верхнем ярусе будут деревья старшего возраста, а во втором и всех последующих – более молодые.

Многоярусные насаждения из нескольких возрастных поколений чаще всего образуют теневыносливые древесные породы. К их числу в первую очередь относятся темнохвойные леса – из ели и пихты. Однако резко выраженного деления на ярусы в таких насаждениях не наблюдается. Сомкнутость полога в них вертикальная.

Разделить вертикально сомкнутое насаждение на ярусы нередко бывает трудно. В таких случаях за основу берут части насаждения, составляющие наибольшую долю запаса, и с известной долей вероятности подразделяют насаждение на ярусы.

Ярус, составляющий наибольшую по запасу часть насаждения, называется основным, а остальные ярусы — второстепенными.

Деревья, образующие отдельные ярусы, различаются по величине и при рубке могут быть использованы для заготовки сортиментов разного назначения: деревья верхнего яруса для пиловочника, шпального бревна, строительных бревен и других крупных сортиментов; деревья нижних ярусов — мелких деловых сортиментов: рудничной стойки, балансов, жердей и др.

Деление на ярусы имеет хозяйственное значение, и поэтому в каждом выделенном ярусе должен быть более или менее значительный запас. Если тот или иной ярус имеет малый запас, при котором проводить специализированное лесохозяйственное мероприятие с экономической точки зрения нецелесообразно, его не выделяют. Также, не выделяют ярусы при отсутствии различий в их товарной структуре и незначительной разнице в средней высоте деревьев.

В лесоводственной науке принято считать многоярусные насаждения более продуктивными и устойчивыми. Многоярусными обычно бывают разновозрастные древостои. Особенно это характерно для естественных лесов Сибири и Дальнего Востока, где нет интенсивной хозяйственной деятельности: кедровники, насаждения сосны и лиственницы, ели, пихты. В Беларуси распространены двухярусные сосново-еловые и березово-еловые древостои. Они полнее используют солнечную энергию и почвенный потенциал, т.к. корни сосны и ели располагаются на разном уровне. Правда, сосущие корешки сосны тоже тяготеют к более богатому питательными веществами горизонту А1. Создание лесных культур обычно ведет к формированию одноярусных древостоев. Многоярусные насаждения, как правило, возникают естественным путем.

Состав насаждений

Перечень древесных пород, образующих древостой, с указанием доли участия каждой из них в общем запасе, называется составом насаждения. Если оно образовано одной древесной породой, название этой породы и определяет его состав.

Насаждение, состоящее из одной породы, называется чистым, из двух или нескольких пород — смешанным.

Для основных лесообразующих древесных пород устанавливаются следующие сокращенные обозначения: сосна — С, ель — Е, пихта — П, лиственница — Л, кедр — К, дуб — Д, бук — Бк, граб — Г, ясень — Я, клен — Кл, ильм — Ил, вяз — В, берест — Бр, береза — Б, осина — Ос, ольха черная — Олч, ольха серая — Олс, липа — Лп, тополь — Т, ива — Ив (ивы древовидные — Ивд, ивы кустарниковые — Ивк).

Породный состав простого насаждения или яруса в сложном насаждении устанавливается по доле участия запасов составляющих древесных пород. Он записывается формулой, в которой приводятся сокращенные обозначения древесных пород и доли участия древесной породы в составе. Эта доля выражается в виде коэффициента состава. Он представляет собой целое число. Каждая единица в этом числе соответствует 10 % участия конкретной породы в общем запасе. Весь запас древостоя принимается здесь за 100 %.

Древесные породы, запас которых составляет 2 — 5 % от общего запаса насаждения (яруса), записываются в формуле состава знаком «+» (плюс). Если же участие некоторой породы менее 2 %, то она отмечается как единичное явление и помечается знаком «ед.». Например, запись 4С 2Е 1Б 1Ос+Д Я ед. Кл говорит о том, что в составе присутствует 40 % сосны, 20 % ели, по 10 % березы и осины, от 2 до 5 % дуба и ясеня и менее 2 % клена.

В многоярусных насаждениях породный состав устанавливается для каждого яруса. Единичные деревья (семенники, перестой и другие), отличающиеся от основного яруса по возрасту более чем на 2 класса, резко отличающиеся по высоте и диаметру, в состав древостоя не вводятся, а учитываются отдельно как единичные деревья.

В несомкнувшихся культурах, а также в молодняках до 20 лет породный состав устанавливается по соотношению числа стволов составляющих пород.

Если в пологе молодняка имеются подлесочные породы, то они в формулу состава не вводятся и не учитываются при определении полноты.

Важнейшей задачей таксации леса является правильное определение преобладающей и главной породы и отнесение таксируемого насаждения к хвойным, твердолиственным или мягколиственным группам пород. Порода считается преобладающей, если она составляет наибольшую долю в общем запасе насаждения (яруса).

Главной породой в насаждении считается та, которая в конкретных условиях местопроизрастания наиболее отвечает целям ведения хозяйства.

Главная порода считается преобладающей, если доля ее запаса в средневозрастных, приспевающих, спелых насаждениях составляет 5/10, для дуба, клена, ясеня, липы и других особо ценных древесных пород – 4/10 общего запаса насаждения (яруса).

При наличии в составе простого насаждения или яруса в сложных насаждениях нескольких хозяйственно-ценных хвойных или твердолиственных пород древостой относится соответственно к хвойному или твердолиственному насаждению, если суммарный запас хвойных пород составляет не менее 5/10, а твердолиственных – 4/10 общего запаса насаждения (яруса).

В молодняках преобладающей породой считается главная порода при доле ее участия во втором классе возраста на 1/10, а в первом классе возраста на 2/10 меньшей, чем указано выше.

Главной породой в смешанных по составу насаждениях (ярусах) считается хвойная или твердолиственная порода, имеющая наибольший запас, а при равных запасах – большую хозяйственную ценность.

При наличии в составе простого насаждения или яруса в сложном древостое нескольких пород, часть которых по биологическим особенностям может быть объединена в группы (хвойные, твердолиственные, мягколиственные), главной породой считается преобладающая по запасу в группе (имеющая в этой группе наибольший запас), а при равновеликих запасах – большую хозяйственную ценность.

При резком различии в хозяйственном значении древесных пород, входящих в насаждение, и разнообразном составе насаждений в формуле состава на первое место следует ставить главную породу. Например, для смешанных лиственных насаждений, имеющих в своем составе 0,3 дуба, 0,5 осины и 0,2 липы может быть принята следующая формула состава: 3Д 5 Ос 2Лп.

С точки зрения промышленного использования древесины отдельных древесных пород очень важное значение имеют размеры деревьев. В сложных насаждениях первый ярус обычно составляют деревья, имеющие не только большую высоту, но и больший диаметр, чем деревья остальных ярусов.

Лесохозяйственные мероприятия в отдельных ярусах сложного насаждения могут быть различными. Верхний ярус, состоящий из спелых деревьев, может быть назначен в

постепенную рубку, а нижние ярусы оставлены на корню. Поэтому в сложных насаждениях нужно определить состав для каждого яруса в отдельности.

Допустим, что таксируется сложное двухъярусное насаждение. В первом ярусе его оказались сосна (0,7 по запасу) и береза (0,3). Общий запас первого яруса составляет 200 м³ на 1 га. Второй ярус состоит из одной ели. Запас его равен 50 м³. Следовательно, для насаждения в целом запас будет равен $200 + 50 = 250$ м³. Состав его первого яруса выразится формулой 7С 3Б, второго яруса 10Е.

Если запас древесной породы составляет от 2 до 5 % запаса яруса, ее добавляют к формуле состава со знаком плюс (+). Например, для насаждения, в котором запас сосны составляет 67 %, запас ели 30 % и запас березы 3%, формула состава должна быть следующей: 7С 3Е+Б.

При глазомерной таксации состав насаждения определяется с точностью до 0,1. При проведении научных исследований состав древостоя обычно учитывают с точностью до 1 %, например, 67С 32Б 1Ос.

При всей кажущейся простоте отнесения древостоя к чистому или смешанному при его таксации в натуре часто бывает затруднительно определить – это смешанный древостой или два чистых. По белорусской лесоустроительной инструкции минимальная площадь выдела в лесах естественного происхождения должна быть не менее 1 га. При таксации лесов Севера России и Сибири эта минимальная площадь выдела многократно увеличивается.

Конечно, если деревья разных пород распределены на выделе равномерно, то сомнений не возникает. Чаще всего, они размещаются большими или меньшими куртинами, группами. Учитывая это обстоятельство проф. Н.В. Дылис разработал теорию о парцеллярной структуре древостоев.

С целью облегчить классификацию смешанных насаждений, особенно при их научном изучении, В.Ф. Багинским разработана типизация пространственной структуры смешанных древостоев. Она основана на взаимовлиянии деревьев разных пород и на величине изменчивости Σg внутри выдела. Предложено 5 типов пространственной структуры.

1) Смешение регулярное. Деревья разных пород относительно равномерно размещены по площади. Каждому дереву или биогруппе из 4 – 10 деревьев одной породы можно найти из их непосредственного окружения дерево или биогруппу другой породы;

2) Смешение малыми группами. Разные породы смешаны небольшими группами, состоящими из 1 – 4 биогрупп деревьев. Группа считается малой, если диаметр занимаемой ею территории ($ДТГ$) меньше верхней высоты ($НВГ$) деревьев группы. Малые группы обычно относительно друг друга имеют обычно регулярное или случайное расположение;

3) Смешение большими группами. Группа считается большой, если $ДТГ > НВГ$. В этом случае площадь занимаемая этой группой составляет 0,06 – 0,10 га;

4) В пределах больших групп одной породы растут деревья или небольшие биогруппы другой совместно произрастающего вида. Часто последние деревья имеют иной возраст (разница более 20 лет), чем в большой группе;

5) Смешение «подвыделами». Выдел, протаксированный смешанным, по лесоводственно-биологическим параметрам состоит из 2 и более чистых древостоев. Площадь «подвыдела» обычно больше 0,15 га в приспевающих и спелых древостоях и свыше 0,07 га в молодняках.

Учет типов пространственной структуры может помочь при расчетах рубок ухода в смешанных насаждениях.

2. Класс бонитета древостоя

Лес произрастает в разнообразных климатических и почвенных условиях. Поэтому он имеет разную продуктивность, которую необходимо учитывать при таксации.

В лесной таксации для оценки условий роста леса устанавливают «бонитет насаждения». Термин этот происходит от латинского слова *bonitas*, что означает «доброкачественность».

Следовательно, бонитет является показателем, характеризующим качество условий произрастания леса. *Таким образом, бонитет – это показатель потенциальной продуктивности древостоя.*

Различие в условиях произрастания леса в таксации характеризуют несколькими классами бонитета, обозначаемыми порядковыми номерами: I класс означает лучшие условия произрастания леса, а последующие - их постепенное ухудшение. Деление леса на классы бонитета основано на определенных признаках.

В условиях произрастания леса решающую роль играет качество почвы: структура, химический состав, содержание гумуса, степень увлажнения, мощность почвенного слоя и др. Поэтому при установлении класса бонитета, казалось бы, характеристика почвы, на которой произрастает насаждение, должна быть определяющим фактором. Так именно и подходили к установлению класса бонитета, именовавшегося тогда классом добротности, в середине XIX века при составлении первых русских таблиц, характеризовавших динамику роста и развития насаждений. Однако попытка классификации условий местопроизрастания и определения класса бонитета в зависимости от почвенных условий положительных результатов не дала.

Соответствие между почвенными признаками и классами бонитета установить довольно трудно. С одной стороны, в один и тот же класс бонитета попадали различные почвы, а с другой - почвы, одинаковые по внешним признакам, относились к разным классам бонитета.

Позднее был использован опыт сельского хозяйства, в практике которого довольно часто плодородие почвы, или степень пригодности для выращивания отдельных видов сельскохозяйственных культур, оценивается величиной урожая, собираемого с единицы площади. Отсюда лучшие условия местопроизрастания, относимые к высшим классам бонитета, при прочих равных условиях должны обеспечивать наибольшие годичный прирост и общую продуктивность леса, наибольший запас на единице площади, а с ухудшением условий местопроизрастания все эти показатели соответственно должны уменьшаться. Этот метод в применении к сельскохозяйственным культурам действительно дает объективные измерители качества условий местопроизрастания. Объективность эта обусловлена тем, что на почвах разного плодородия густота посева семян сельскохозяйственных культур чаще всего применяется одна и та же, но урожайность бывает разной. Аналогичные условия имеются и в лесном хозяйстве при искусственном разведении леса на разных почвах.

Если густота посева или посадки насаждений, произрастающих на почвах разного плодородия, была одинаковой, но годичные приросты и общие запасы древесины в них оказались разными, это может служить показателем различия условий местопроизрастания.

Допустим далее, что на почвах разной добротности имеются вместо искусственно созданных насаждений насаждения, возникшие естественным путем. Если деревья в этих насаждениях растут густо, кроны создают сплошной полог, нет прогалин, то величина годового прироста и общий запас древесины в том или ином возрасте насаждений могут служить показателем качества условий местопроизрастания.

Зная годовые приросты и запасы таких насаждений, можно их распределить по классам бонитета. Поэтому неоднократно вносились предложения бонитировать условия местопроизрастания по величине годового прироста и общим запасам насаждений, получаемым в соответствующем возрасте. Этот метод оказался пригодным для установления класса бонитета насаждений, в которых кроны полностью сомкнуты и густота стояния деревьев предельна для данной породы.

Однако наиболее часто встречающиеся насаждения естественного происхождения этим условиям не удовлетворяют. При наилучших условиях местопроизрастания они дают пониженные годовые приросты, а следовательно, и запасы древесины. Это объясняется неполным смыканием кроны деревьев.

Изреженность насаждений может быть вызвана разными причинами: ветровалом, неплотным смыканием кроны в результате недостаточно успешного возобновления, наконец, неправильным проведением рубок. Вследствие этого такие насаждения не используют до конца потенциал условий произрастания, в которых они находятся, и не обеспечивают максимума годового прироста и запаса древесины, которые можно получить на этих почвах.

Разумеется, что в этом случае годичный прирост и древесный запас не являются надежным показателем для характеристики качества условий местопроизрастания. Поэтому их нельзя положить в основу классификации насаждений на классы бонитетов.

Многолетние опыты и наблюдения говорят о том, что лучшим показателем, отображающим качество условий местопроизрастания, является высота насаждения в определенном возрасте. Чем больше средняя высота насаждения, тем лучше условия местопроизрастания. Поэтому в качестве классификационного признака для деления насаждений на классы бонитета с

Профессор М.М. Орлов, разработавший бонитировочную шкалу, предложил разделять насаждения на пять классов бонитета. К крайним классам (I и V) в этом случае относятся насаждения, хотя и редко встречающиеся, но с широкой амплитудой колебания высоты. Чтобы устранить этот недостаток, из I и V классов выделили дополнительные литерные классы Ia и Va. Таким образом, было установлено всего семь классов. Впоследствии для ряда пород выявили ещё больший диапазон высот. Это привело к необходимости выделить дополнительные индексы классов бонитета: Ib, Iv, Vb и т.д.

Делить насаждения на классы бонитета по высоте лучше всего в таком возрасте, когда рост насаждений в высоту уже в основном закончился, т.е. когда им около 100 лет. Поэтому при классификации насаждений на классы бонитета принята высота столетних насаждений. На основе бонитировочной шкалы для столетних насаждений, руководствуясь опытными данными об изменении высоты насаждений до 100 лет и после достижения ими этого возраста, можно для каждой породы составить таблицу распределения насаждений по классам бонитета, начиная от самых молодых и кончая самыми старыми.

Изучение изменения высоты у самых распространенных пород показало, что наиболее широко высота изменяется у сосновых насаждений; у пихты и бука наименьшая

высота не достигает такого низкого предела, как у сосны, а у березы и осины наибольшая высота не достигает верхнего предела высоты, наблюдаемого у сосновых насаждений. В общем же пределы колебаний высоты у этих пород довольно близки.

Шкала деления насаждений на классы бонитета, разработанная профессором М.М. Орловым в 1911 г., имеет два входа: возраст насаждений и среднюю высоту. Разным сочетаниям этих двух элементов соответствует определенный класс бонитета.

Шкала бонитетов М.М. Орлова была воспринята не сразу. Против неё выступали лесоводы-типологи. Даже Г.Ф. Морозов скептически относился к классификации насаждений по бонитетам, считая эту классификацию искусственной. В 10-20-е годы XX века лесоводы разделились на «типиков» - сторонников Морозова – и «антиптиков» - сторонников М.М. Орлова.

1.8 Лекция №8 (2 часа).

Тема: «Нормативы для определения таксационных показателей насаждения»

1.8.1 Вопросы лекции:

1. Развитие таксационных показателей насаждений
2. Нормативная база для определения таксационных показателей насаждения.

1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Развитие таксационных показателей насаждений

Рост, развитие древесных пород и формирование насаждений обусловлено непрерывным изменением их количественных и качественных признаков, которые отражаются закономерностями, выраженными математическими, графическими или табличными методами. Лесной фонд характеризуется определенными таксационными показателями его составляющих. Средние таксационные показатели насаждений лесного фонда изменяются по периодам учета в зависимости от возрастной динамики насаждений, связанной с увеличением средней высоты, диаметра и древесного запаса.

Большое значение в этой сложной динамической системе изменения таксационных признаков насаждений принадлежит принципам хозяйствования в лесах, влияющим на средние значения даже при рассмотрении их на одну дату (время) учета. Изменение таксационных признаков лесного фонда тесно связано с возрастной структурой лесного фонда, которая, в свою очередь, подвержена значительному воздействию антропогенных, пирогенных, биотических и техногенных факторов за межучетный период.

Определенное влияние на рост и состояние совокупностей насаждений, входящих в лесной фонд, оказывают климатические факторы, которые в природе носят циклический характер. Снижение прироста по диаметру и высоте в сухие и увеличение прироста деревьев в увлажненные фазы обуславливает темпы наращивания древесного прироста в абсолютном и относительном выражениях.

Влияние климатических факторов оказывается наиболее сильным при совпадении межревизионных периодов с периодами увлажнения. Кроме того, с периодами увлажнения связана частота и площадь лесных пожаров. Однако даже при благоприятных климатических факторах и условиях произрастания средние таксационные показатели насаждений отдельных пород будут зависеть от объемов, способов и видов проводимых

рубок, а также от сроков восстановления вырубок, объемов и качества лесокультурного производства.

Тем не менее характеристики и показатели насаждений отражают состояние лесного фонда и могут служить в качестве индикаторов устойчивого управления лесами. Наиболее точными являются данные лесоустройства, поэтому рассмотрим динамику таксационных показателей насаждений основных лесобразующих пород за последние четыре ревизии леса.

2. Нормативная база для определения таксационных показателей насаждения.

Насаждения сосны. Площадь насаждений в целом имеет тенденцию к увеличению по причине создания лесных культур. Вместе с этим повышается и средний возраст: 1960-1963 гг. - 21 год; 1997-35 лет. Продуктивность насаждений снизилась с 1,8 до 11,1 класса бонитета, что сопряжено с ухудшением состояния созданных лесных культур насаждений и издержками, связанными с применением общепонитеровочной шкалы М.М. Орлова в оценке продуктивности насаждений разного возраста. Наиболее стабильной оказалась полнота насаждений (около 0,7), которая изменялась по периодам учета на уровне $\pm 4\%$.

Динамика среднего запаса имела тенденцию наращивания: 1960-1963 гг. - 92 м³/га, 1997 г. - 107 м³/га (+16%), что обусловлено возрастными изменениями и, возможно, использованием более точных нормативов в определении запаса при лесоустройстве 1997 г. Средний запас на 1 га спелых и перестойных насаждений по периодам учета имел тенденцию снижения и увеличения и к 1997 г. он составлял 244 м³ (+21%). Это изменение объясняется аналогичными причинами.

Средний прирост древесины покрытой лесом площади увеличился с 3,2 м³/га до 4,3 м³/га к 1975 г. (+34%), а к 1997 г. он зафиксирован на уровне 2,6 м³/га (-19%).

Такое снижение при отмеченной тенденции в наращивании запаса древесины на 1 га не находит какого-либо логического объяснения.

Насаждения дуба. Таксационная характеристика насаждений дуба приводилась лесоустройством по отдельным периодам без деления по их происхождению (семенное, порослевое). Насаждения дуба заметно стареют. Большинство вырубок восстанавливается другими сопутствующими породами (липа, вяз, клен), доля молодняка заметно снижается, и в целом возраст увеличился с 37 лет (1960-1963 гг.) до 60 лет к последнему лесоустройству.

Средняя полнота насаждений имеет тенденцию к снижению: с 0,7 (1960-1963 гг.) до 0,63 (1997 г.), средний запас увеличивался и к 1997 г. составлял 142 м³/га (+54%). Аналогично возрос и запас на 1 га спелых и перестойных насаждений (1997 г. - 168 м³/га; +46%).

Средний прирост на 1 га снизился с 2,8 м³ до 2,2 м³ (-24%), что свидетельствует об ухудшении возрастной структуры лесного фонда, т.е. происходит снижение доли молодых и увеличение доли насаждений старшего возраста с пониженным приростом.

Ясень зеленый. Средний возраст по периодам учета имеет тенденцию к увеличению: 1960-1963 гг. - 9 лет, 1997- 29 лет. Продуктивность насаждений снижалась с 11,3 до III,2, т.е. почти на класс бонитета. Средний прирост на 1 га снизился с 2,9 до 1,4 м³. Снижение продуктивности и прироста свидетельствует о неудовлетворительном состоянии ясеневых насаждений.

Насаждения клена. Средний возраст насаждения (1960-1963 гг. - 31 год) по периодам учета снижался, а затем возрастал и к 1997 г. составлял 34 года. Такое

изменение трудно объяснимо, поскольку за 35 лет возраст увеличился всего на 2 года. Полнота по периодам учета изменялась незначительно и в среднем составляет 0,68. В целом прирост по периодам учета оставался на одном уровне (около 22 м³/га), но класс бонитета насаждений снизился на 23%.

Насаждения вяза. За 35 лет возраст насаждений практически не изменился, что можно объяснить не только посадкой лесных культур, но и заселением вязом вырубок дубовых насаждений. Средний бонитет повысился к 1974-1975 гг. (11,6), а затем снижался (1997 г. - 11,5). Средний запас на 1 га имел аналогичную тенденцию. Полнота насаждений изменялась незначительно и в 1997 г. составляла 0,58.

Насаждения березы. Средний возраст березняков к 1997 г. (51 год) практически достиг возраста спелости, установленного лесоустройством. Продуктивность насаждений по классам бонитета повышается (1960 г. — 11,8; 1997 г. — 11,4), полнота по периодам учета изменилась от 0,62 до 0,67. Средний запас на 1 га имеет тенденцию наращивания, хотя средний прирост с 1975 г. снизился на 26%.

Насаждения осины. К последнему лесоустройству средний возраст осинников увеличился с 26 лет до 41 года, т.е. почти достиг значения возраста спелости. Продуктивность насаждений оставалась практически на одном уровне, однако средний прирост по запасу на 1 га имеет тенденцию снижения. Средний запас закономерно увеличивался, а полнота по периодам учета изменялась от 0,73 до 0,78.

Насаждения липы. Возраст насаждений закономерно возрастал и к 1997 г. составил 52 года. Насаждения характеризуются средним классом бонитета около III. Полнота повышалась к 1985 г. (0,78), а затем снизилась до 0,71. Значения запаса и прироста имеют тенденцию увеличения.

Насаждения тополя. Средний возраст увеличился с 28 до 42 лет к 1997 г. По учету лесного фонда 2008 г. средний возраст определен в 32 года, хотя ввиду небольших объемов проводимых рубок обновления средний возраст должен повышаться и к этому периоду составлять порядка 50 лет. Продуктивность тополельников снижается, хотя запасы древесины имеют тенденцию увеличения. Полнота уменьшилась на 0,03.

Таксационные показатели насаждений ольхи, липы и ивы древовидной имеют тенденцию к изменению, подобно большинству древесных пород.

Изучение динамики средних таксационных показателей и возрастных изменений насаждений позволяет научно обосновать комплекс мероприятий для разработки наиболее рациональных форм ведения лесного хозяйства в тех или иных категориях лесов.

Используя динамику изменения средних таксационных показателей насаждений и лесного фонда при сложившейся системе хозяйствования, можно смоделировать эти процессы и дать прогноз их изменениям на ближайшую и более отдаленную перспективы. Однако нужно знать о возможных пределах реального изменения прогнозируемых признаков. Так, прогнозируемый средний возраст насаждений не должен превышать возраст естественной спелости и т.д.

В качестве примера рассмотрим возможную динамику среднего возраста насаждений некоторых древесных пород (табл. 2) с использованием данных лесоустройства и материалов учета лесного фонда (2) и с использованием только данных лесоустройства (3).

Следует отметить, что средний возраст по учету лесного фонда на 01.01.2008 г. для большинства древесных пород несколько ниже, чем по данным лесоустройства 1997 г.

Такое расхождение обусловлено тем, что при учете лесного фонда возрастная актуализация площадей насаждений не предусмотрена.

Прогнозные значения среднего возраста к 2018 г. с включением в расчет данных учета лесного фонда 2008 г. (№2) на 13-25 лет ниже, чем значения, полученные с использованием только данных лесоустройства (№3). По расчетам, 2-й и 3-й средний возраст насаждений к 2018 г. составит: дуба - 74 года, березы - 64 года, осины - 50 лет, липы - 64 года, тополя - 56 лет. Для большинства пород это критический средний возраст, при котором, в связи с накоплением старовозрастных насаждений, возобновительные процессы будут заметно снижены, что исключает возможность восстановления леса естественным путем.

Проведенный анализ таксационных характеристик насаждений основных лесобразующих пород свидетельствует о сложившихся с 1985 г. отрицательных тенденциях в их динамике, которые указывают на необходимость разработки системы мер по ведению лесного хозяйства в целях улучшения состояния лесов региона.

1.9 Лекция №9 (2 часа).

Тема: «Методы определения запаса древостоя при перечисленной таксации»

1.9.1 Вопросы лекции:

1. Классификация видов пробных площадей
2. Вычислительные способы

1.9.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификация видов пробных площадей

В основе всех перечислительных способов определения запаса лежат данные перечета деревьев древостоя элемента леса. Перечетом древостоя называется измерение $d_{1,3}$ всех деревьев и распределение их по определенным ступеням толщины и категориям качества стволов.

Пробные площади, виды, техника закладки. Пробная площадь – это участок леса, являющийся средним по всем таксационным показателям, лесорастительным условиям и хозяйственным мероприятиям, или же заложенный статистическим образом, подвергнутый детальной перечислительной или измерительной таксации.

Существует следующая классификация видов пробных площадей

1) по продолжительности наблюдения на них:

- постоянные в наиболее типичных участках леса, с проведением стационарных наблюдений за динамикой лесного биогеоценоза;
- временные в средних условиях данного участка леса, для однократного обмера и определения всех таксационных показателей насаждения;
- летучие в интересующих исследователя местах или заранее заданных точках при выборочно-измерительном учете леса;

2) по целевому назначению:

- таксационные для таксационной характеристики насаждения, изучения хода роста и текущего прироста, выявления товарной структуры древостоя, установления точности таблиц, составления нормативов таксации леса;

- дешифровочные для выявления связей таксационных показателей древостоя и морфологических признаков полога насаждения;
- тренировочные для тренировки глазомера таксаторов;
- лесохозяйственные для изучения влияния различных хозяйственных мероприятий по уходу за лесом на рост насаждений (рубки ухода, выборочные рубки, гидролесомелиорация), с контрольной секцией;
- фитопатологические для выявления степени поражения древесины пороками, снижения прироста запаса от энтомовредителей леса;
- другие пробные площади для разрешения специальных вопросов лесного хозяйства;

3) по пространственной форме:

- прямоугольные, квадратные в характерных местах участка леса;
- ленточные для полного охвата всего разнообразия таксируемого леса (отвод лесосек, тренировка глазомера, выборочная таксация лесных массивов);
- круговые с постоянным радиусом при таксации лесосек;
- круговые реласкопические при прицельно-измерительной таксации леса, таксации лесосек, статистической инвентаризации лесного фонда. Принятая форма пробной площади обуславливает определенные соотношения между площадью и параметром пробы, разное число деревьев на граничных линиях. Если периметр круга P при данной S равен 1,0, то у квадрата $P = 1,13$; у прямоугольника с соотношением сторон 1:2 периметр составит 1,19, а с соотношением сторон 1:10 периметр будет равен 2,04 и т.д.;

4) по сложности: простые и секционные;

5) по выбору места закладки:

- типичные, в нормальных насаждениях или средних условиях модальных древостоев, по усмотрению исполнителя;
- статистические, с выбором по заранее установленной схеме. Различают случайную, типологическую, серийную и механическую выборки пробных площадей, по которым дают характеристики всего описываемого массива леса.

2. Вычислительные способы

Вычислительные способы определения запаса леса основаны на закономерностях строения древостоев по таксационным показателям, позволяющим применять метод выявления целого по его части. Такими частями древостоя выступают срубаемые модельные и учетные деревья.

Графические и аналитические способы определения запаса древостоев с рубкой деревьев. Основной недостаток вычислительных способов определения запаса древостоя – это отсутствие наглядности и возможности проверки правильности отбора деревьев, степени их соответствия своему назначению. Ошибки, допущенные при выборе модельных и учетных деревьев, незамеченными переходят в получаемый запас древостоя.

На использовании указанных связей таксационных признаков были предложены следующие способы графического определения запаса древостоя с рубкой деревьев:

- а) способ Э. Шпейделя кривой объемов
- б) способ Р. Копецкого прямой объемов
- в) способ М.Л. Дворецкого относительных объемов стволов

1.10 Лекция №10 (2 часа).

Тема: «Способы определения древесного запаса выборочными методами»

1.10.1 Вопросы лекции:

1. Выборочно-перечислительные методы.
2. Выборочно-измерительные методы.

1.10.2 Краткое содержание вопросов:

1. Выборочно-перечислительные методы.

Выборочно-перечислительные методы включают закладку пробных площадей. Это могут быть ленточные пробы, круговые площадки, пробные площади другой формы: квадратные, прямоугольные и т.д. Особенность этого метода в том, что на пробах делается сплошной пересчет деревьев, а запас на выделе находится по соотношению. Замеры высот проводятся как при сплошном пересчете:

$$M_v : M_{np} = S_v : S_{np},$$

где M_v – запас на выделе;

M_{np} – запас на пробе;

S_v – площадь выдела;

S_{np} – площадь пробы.

2. Выборочно-измерительные методы.

Выборочно-измерительный метод заключается в закладке реласкопических пробных площадок по специальной схеме и определении q с площадью углового шаблона.

Средняя высота определяется по замерам 9 – 12 высот из средних ступеней толщины, а лучше из всех ступеней с построением связи $D-H$. Этот метод применяется в основном в лесоустройстве. Его преимущество в простоте и низкой трудоемкости при относительно высокой точности: 10 – 15 % на выделе с достоверностью 0,68. Недостаток – нельзя достаточно точно определить выход сортиментов на одной лесосеке.

Подробно эти методы описаны ниже при изложении методов отвода и таксации лесосек.

Хотя правилами по отводу и таксации лесосек разрешается пользоваться как методами перечислительной, так и выборочно-перечислительной таксацией, но в практике белорусского лесного хозяйства запас древостоя находят путём сплошного пересчета по ступеням толщины с дальнейшим использованием объёмных таблиц.

Выборочные методы определения запаса древостоя обычно используются лесоустройством при проведении лесоинвентаризации. Выборочные методы обычно не обеспечивают гарантированной точности ($\pm 10\%$), которые требуются при таксации каждой лесосеки. В лесоустройстве точность таксации запаса на выделе составляет 10-15% в зависимости от характеристики насаждения и его возможном поступлении в рубку на ближайшие 10 лет. При этом достоверность определения запаса соответствует одну σ или 68%. Для решения тех задач, которые стоят перед лесоустройством это достоверность достаточная. В лесном хозяйстве точность таксации каждой лесосеке, отведенной в главное пользование, должна обеспечивать уровень вероятности в 99,9%, что и определяет применение сплошного пересчета.

На основании изложенного приходим к следующим выводам:

- запас древостоя разделяют на общий, эксплуатационный и товарный. Последний в практике часто именуют ликвидным или просто ликвидом;
- определение запаса древостоя можно делать разными методами: по модельным деревьям, глазомерно, выборочно-измерительными методами.

В практике лесного хозяйства запас насаждения определяют по объемным (массовым) таблицам;

1.11 Лекция №11 (2 часа).

Тема: «Сортиментация леса на корню»

1.11.1 Вопросы лекции:

1. Методы сортиментации.
2. Учет древесины.

1.11.2 Краткое содержание вопросов:

1. Методы сортиментации.

Ежегодно в лесах нашей страны заготавливается более 400 млн. м³ древесины. Однако для решения ряда народнохозяйственных задач этот количественный показатель оказывается недостаточным. В задачу лесной таксации входят не только определение общего запаса насаждения, но и расчленение этого запаса на отдельные части (сортименты), которые имеют различное применение в отраслях народного хозяйства.

Сортиментами называются круглые лесоматериалы определенного назначения, соответствующие требованиям стандартов и технических условий. В производственных условиях часто сортиментный состав древостоя определяют на корню, т. е. до его рубки.

Определение выхода сортиментов из несрубленных отдельных деревьев и древостоев называется сортиментацией леса на корню или промышленной таксацией леса. Эта работа проводится при назначении насаждений в рубку.

Расчленение общего запаса на сортименты необходимо для установления возраста технической спелости леса, выбора и закрепления сырьевых баз за лесопромышленными предприятиями, а также для оценки лесозапасов древесины крупных лесных массивов в лесозапасных районах.

Объектами для сортиментной оценки могут быть: отдельные стволы, назначаемые в выборочную рубку и имеющие определенные размеры и качество; небольшие делянки, отводимые под сплошные рубки; лесосырьевые базы площадью от нескольких десятков до сотен тысяч гектаров. Поэтому каждый из перечисленных объектов имеет свои особенности сортиментной оценки. В теории и практике лесной таксации для сортиментации леса на корню предусматриваются следующие методы:

1. Применение сортиментных таблиц.
2. Сортиментация по материалам раскряжевки модельных деревьев.
3. Сортиментация со сплошной разделкой деревьев на пробных площадях (метод пробных площадей).
4. Сортиментация по таблицам объема и сбегу древесных стволов.
5. Сортиментация с помощью коэффициентов взаимозаменяемости сортиментов.

6. Применение товарных таблиц.
7. Индивидуальная подеревная сортиментация.

Все перечисленные методы отличаются как по трудоемкости работы, так и по точности получаемых результатов. Поэтому выбор того или иного метода зависит от поставленной цели и требуемой точности оценки.

2. Учет древесины.

Учет древесины, отпускаемой на корню, в зависимости от способов рубок проводится:

- а) по площади – при всех видах сплошных рубок главного пользования, сплошных санитарных рубках;
- б) по числу деревьев, назначенных в рубку (по пням), – при всех видах постепенных и выборочных рубок главного пользования; прореживаниях и проходных рубках, а также рубках обновления и переформирования при $D_{ср}$ 12,1 см; выборочных санрубках; рубке единичных деревьев; мелком отпуске леса на корню;
- в) по количеству заготовленных лесоматериалов – при осветлениях и прочистках; прореживаниях и проходных рубках, а также рубках обновления и переоформления при $D_{ср}$ 12,0 см; разработке горельников, валежа, бурелома, ветровала; вырубке сухостоя в молодняках.

1.12 Лекция №12 (2 часа).

Тема: «Таксация прироста древесного ствола и древостоя»

1.12.1 Вопросы лекции:

1. Прирост древостоя.
2. Прирост ствола.

1.12.2 Краткое содержание вопросов:

3. Прирост древостоя.

Прирост древостоя в древостое, величина, на которую изменяется запас древостоя с увеличением его возраста. В древостое происходят два противоположно направленных процесса: увеличение запаса за счёт прироста по объёму растущих деревьев и его уменьшение за счёт отпада деревьев и рубок промежуточного пользования. Запас древостоя может увеличиваться лишь до возраста естественной спелости, пока прирост растущих деревьев больше отпада. Затем запас древостоя начинает уменьшаться.

Основные факторы, влияющие на величину прироста древостоя: биологические особенности древесных пород, происхождение древостоев, их возраст, условия произрастания, полнота, санитарное состояние, а также различные лесохозяйственные мероприятия. Как правило, древостой из быстрорастущих пород имеют в молодом возрасте больший прирост, чем состоящие из умеренно- и медленно-растущих пород.

Древостой семенного происхождения в молодом возрасте характеризуются меньшим П. д., чем порослевые. Однако продолжительность жизни семенных древостоев

значительно больше, и с увеличением возраста они по П. д. превосходят порослевые. Древостой искусственного происхождения вследствие лучшей агротехники их создания и равномерного размещения деревьев по площади в молодые годы также растут лучше и имеют больший П. д. по сравнению с естественными древостоями. С увеличением возраста темпы их роста выравниваются.

Средний и текущий приросты древостоя в первые годы его жизни примерно одинаковы и незначительны. С возрастом они увеличиваются, достигают максимума, затем постепенно снижаются, но темпы их изменения различны. В первые годы жизни древостоя текущий П. д. увеличивается быстрее, чем средний, его максимум наступает в более раннем возрасте. Темп нарастания среднего прироста более замедлен. Его максимум (возраст количественной спелости древостоя) наступает позже. До наступления возраста количественной спелости величина текущего прироста больше среднего, а после него - меньше. С ухудшением условий местопроизрастания П. д. уменьшается. Например, по данным общих таблиц хода роста, в сосновых древостоях 50-летнего возраста общий текущий прирост составляет: в I классе бонитета $13,2 \text{ м}^3$, в III - 8 м^3 и в V - $4,3 \text{ м}^3$. В пределах одного и того же класса бонитета в районах, характеризующихся лучшими климатическими условиями, рост (а следовательно, и прирост) древостоев в молодом возрасте более интенсивный, чем в менее благоприятных условиях.

Величина П. д. в значительной степени зависит от полноты древостоев. Его максимум в зависимости от породы и возраста наблюдается при полноте 0,7-1,0. Чрезмерное увеличение или уменьшение полноты приводит к снижению П. д. В большинстве таблиц хода роста указаны значения текущего прироста для полноты 1,0. В этих случаях для определения величины прироста изреженных древостоев используют эмпирические формулы, учитывающие влияние их полноты и возраста. У повреждённых вредителями и болезнями деревьев текущий прирост меньше, чем у здоровых. Поэтому он может служить количественным показателем, характеризующим жизнеспособность деревьев и древостоев.

Различают несколько видов П. д.: прирост (изменение) запаса древостоя (Δ_M) - увеличение или уменьшение запаса растущей части древостоя (без учёта запаса деревьев отпада); общий (полный) прирост - увеличение общего запаса (суммы запасов растущей части древостоя и отпада) с возрастом (Z); ср. прирост (ср. изменение) запаса древостоя - величина, получаемая делением запаса растущей части древостоя (наличного запаса) на его возраст ($\Delta_M = M_{A/A}$), текущий прирост (текущее изменение) запаса древостоя - величина, на которую изменяется запас древостоя (без учёта запаса деревьев отпада) за последний год или выраженный за некоторый период n лет. П. д. (изменение запаса) определяют с помощью следующих формул:

годовой

$$\Delta^1_{Mt} = M_A - M_{A-1}$$

периодический

$$\Delta^n_{Mt} = M_A - M_{A-n}$$

среднепериодический

$$\Delta^n_{Mt} = (M_A - M_{A-n}) / n$$

4. Прирост ствола.

Прирост ствола дерева – это величина изменения его таксационных показателей (d, h, g, V, f) с возрастом.

Различают два вида прироста: текущий и средний. Каждый из них определяется в абсолютных (см, м, м³) и относительных (%) величинах.

Текущий прирост по диаметру без коры на высоте груди.

Абсолютный текущий периодический прирост по диаметру ствола на высоте 1,3 Z_d^n равен:

$$Z_d^n = d_a - d_{a-n}$$

где d_a – диаметр ствола без коры, см; d_{a-n} – диаметр ствола n лет назад, который определяется путем измерения приростным буравом Пресслера годичного Z_r^n прироста или средней ширины годичного слоя i .

Для определения средней ширины годичного слоя на стволе (высота 1,3 м) буравом Пресслера берут керн древесины, на котором измеряют ширину n годичных слоев. Средняя ширина годичного слоя вычисляется делением ширины n годичных слоев в миллиметрах на период a лет.

Абсолютный текущий среднепериодический прирост по диаметру $\overline{Z_d^n}$ определяется по формуле:

$$\overline{Z_d^n} = (d_a - d_{a-n}) / n$$

Относительный текущий периодический прирост по диаметру ствола $P_{Z_d^n}$ равен:

$$P_{Z_d^n} = \frac{Z_d^n}{d_a} \cdot 100$$

Абсолютный средний прирост по диаметру ствола Z_d :

$$Z_d = \frac{d_a}{a}$$

Относительный средний прирост по диаметру ствола P_{Z_d} :

$$P_{Z_d} = \frac{Z_d}{d_a} \cdot 100$$

Абсолютный текущий периодический прирост по высоте дерева Z_h^n :

$$Z_h^n = h_a - h_{a-n}$$

где h_a – длина (высота) ствола в момент таксации (a , лет), м; h_{a-n} – длина ствола n лет назад, см.

Длину ствола срубленного дерева h_a измеряют металлической рулеткой. Длину ствола n лет назад h_{a-n} у хвойных молодых деревьев определяют по мутовкам.

1.13 Лекция №13 (2 часа).

Тема: «Закономерности строения древостоев, элементов леса по аксационным признакам»

1.13.1 Вопросы лекции:

1. Типы распределения.
2. Кривая нормального распределения.

1.13.2 Краткое содержание вопросов:

1. Типы распределения.

В любом древостое, состоящем из достаточно большого числа деревьев (не менее 150...200), можно проследить определенные закономерности в его строении: в распределении числа деревьев по их толщине, высоте, запасу и другим таксационным показателям; в характере соотношений и связей между ними. Эти закономерности наиболее четко проявляются в простейших по форме, чистых по составу, одновозрастных и не тронутых рубками нормальных насаждениях или в древостоях одного элемента леса.

Из числа выявленных закономерностей в строении насаждений отметим следующие: распределение числа деревьев, объемов отдельных стволов, сумм площадей сечений и запасов по ступеням толщины; изменение высоты, видовых чисел и видовой высоты по ступеням толщины; взаимосвязь между отдельными таксационными показателями.

Ряд распределения числа деревьев по толщине является основным показателем, определяющим строение древостоя. Он характеризует степень участия каждой ступени толщины в образовании древостоя. Все основные таксационные показатели (средний диаметр, средняя высота и др.) зависят от него.

2. Кривая нормального распределения.

В нормальных насаждениях, состоящих из одного элемента леса, распределение деревьев по ступеням толщины характеризуется симметричной одновершинной кривой, называемой **кривой нормального распределения**. Для насаждений сложных, смешанных, разновозрастных или пройденных рубками, вид кривой меняется. Например, для сложных разновозрастных древостоев, состоящих из нескольких пород и поколений, кривая может иметь две вершины или больше; в молодняках или насаждениях, пройденных рубками ухода по низовому методу, вершина кривой смещается вправо, в сторону толстых ступеней, а в древостое, пройденном выборочными рубками, влево, т. е. наблюдается асимметричное распределение, и т. д.

1.14 Лекция №14 (2 часа).

Тема: «Ход роста древостоев»

1.14.1 Вопросы лекции:

1. Закономерности хода роста насаждений
2. Виды показателей

1.14.2 Краткое содержание вопросов:

1. Закономерности хода роста насаждений

При анализе, контроле качества имеющихся и составлении новых таблиц хода роста следует иметь в виду следующие наиболее общие закономерности роста

насаждений:

1. Общей тенденцией географического (зонального) различия роста насаждений является понижение с ухудшением природных (климатических) условий лесорастительного эффекта, который выражается в падении среднего класса бонитета, а в пределах одного и того же бонитета в постепенном переходе от типа ускоренного смолоду роста к замедленному.

2. Ухудшение природных условий в направлении от лучших в климатическом отношении районов к худшим действует на ход роста так же, как действует понижение класса бонитета в пределах одного и того же района. И в том и другом случае оно выражается в замедлении темпов роста в молодом возрасте.

3. Среди всех таксационных показателей, рассматриваемых в динамике, наиболее тесную связь с географическими районами обнаруживает ход роста в высоту, тогда как по другим таксационным показателям она не обнаруживается. Следовательно, класс бонитета и тип роста в высоту являются хорошими количественными индикаторами совокупного влияния всего комплекса природных факторов на рост леса.

4. В разных географических районах при определенном соотношении между компонентами природного комплекса могут быть созданы условия, дающие одинаковый лесорастительный эффект. Следовательно, ход роста насаждений, произрастающих в самых различных районах, характеризуемых иногда резко различной природной обстановкой, может быть сходным и отражаться одной типовой линией роста. Однако в пределах одного географического района между классами бонитета и типами роста есть тесная связь, согласно которой каждому классу бонитета соответствует своя наиболее вероятная линия хода роста. Это позволяет на ограниченном по объему опытном материале, используя типовые модели, составлять местные таблицы хода роста, а для районов, где они имеются, установить их место в общей системе таблиц.

5. В нормальных древостоях динамика всех основных таксационных показателей тесно связана с ходом роста в высоту. Вследствие этого нормальные насаждения, имеющие одинаковый ход роста в высоту, имеют и близкие линии динамики остальных таксационных показателей независимо от их географической принадлежности и условий местопроизрастания.

6. Любые древостои, достигающие в равные возрасты максимальных и равных значений текущего прироста, имеют близкие естественные линии динамики анализируемого показателя. Поэтому для выявления хода роста этого показателя (подбора типового ряда) или сравнительной оценки их сходства и различия достаточно знать координаты точки кульминации текущего прироста. Чем выше абсолютное значение максимума текущего прироста и чем раньше он кульминирует, тем большей энергией роста в молодом возрасте характеризуется древостой.

7. Для составления полных таблиц хода роста требуется выявить по экспериментальным данным лишь ход роста по высоте, диаметру, сумме площадей сечений, видовому числу и текущему приросту по запасу. Динамику остальных таксационных показателей, таких, как число деревьев, запас растущей части, отпад, общая производительность и др., можно установить расчетным путем по известным в лесной таксации функциональным зависимостям.

8. Связь рядов динамики таксационных показателей с ходом роста в высоту теснее, чем с возрастом, и она характеризуется более простыми функциями. Использование этой связи для выравнивания таксационных показателей дает лучшие результаты, чем связь с

возрастом.

2. Виды показателей

Из других более простых закономерностей при анализе динамики таксационных показателей следует иметь в виду следующие:

- число деревьев растущей части древостоя с увеличением возраста непрерывно уменьшается по гиперболической кривой;
- в нормальном древостое до возраста естественной спелости (возраста, в котором величина текущего прироста по запасу становится равной запасу отпада) его средние высота и диаметр, сумма площадей сечений, запас и общая производительность непрерывно повышаются. Динамика этих показателей с возрастом, как правило, отображается S-образной кривой;
- в древостоях одной породы и одинакового возраста с ухудшением условий местопроизрастания (снижением класса бонитета) число стволов на единице площади увеличивается, а в древостоях, имеющих одинаковые высоты, уменьшается;
- в древостоях одной породы и одинакового возраста с ухудшением условий местопроизрастания значения средних высот и диаметров, сумм площадей сечений, запасов растущей части, прироста и общей производительности уменьшаются, а значения видовых чисел увеличиваются;
- сумма площадей сечений и запас нормальных насаждений есть функция средней высоты и класса бонитета - при одинаковых ЯСР с ухудшением условий местопроизрастания (снижением класса бонитета) значения G и M несколько уменьшаются;
- с увеличением высоты видовое число и коэффициент формы уменьшаются; видовое число приближенно равно квадрату коэффициента формы;
- в древостоях одной породы, имеющих одинаковые средние высоты, с ухудшением условий местопроизрастания полнодревесность стволов несколько повышается;
- при равных высотах, диаметрах и коэффициентах формы стволы всех древесных пород имеют близко равные видовые числа и объемы;
- в нормальных насаждениях между средними диаметрами D и высотами H есть тесная зависимость (коэффициент корреляции 0,9), причем с увеличением возраста и ухудшением условий местопроизрастания соотношение D/H имеет тенденцию к повышению;

– точка пересечения линий динамики среднего и текущего приростов (среднего и текущего изменения запасов) с ухудшением условий местопроизрастания сдвигается по оси абсцисс вправо (возраст количественной спелости повышается);

– среднее по высоте и диаметру дерево является близким к среднему по видовому числу и объему, но не всякое такое дерево является средним по типу роста и приросту.

Хорошим техническим инструментом проверки качества полных таблиц хода роста являются показатели отпада, динамика которых подчиняется следующим закономерностям и связям:

- число деревьев отпада и процент отпада по запасу с увеличением возраста непрерывно снижаются по гиперболическим кривым;

– величина отпада по запасу до определенного возраста увеличивается, достигая своего максимума в возрасте кульминации текущего прироста, а затем медленно снижается; при этом возраст кульминации запаса отпада с ухудшением условий местопроизрастания сдвигается по оси абсцисс вправо (возрастает);

– в древостоях одной породы и возраста запас отпада в абсолютных величинах (в кубометрах) с улучшением условий местопроизрастания повышается, а в процентах снижается;

– удельный вес суммарного отпада в общей производительности, а также по отношению к запасу растущей части насаждения повышается с увеличением возраста и ухудшением условий местопроизрастания;

– высота, диаметр и объем среднего дерева отпада до возраста естественной спелости меньше аналогичных показателей среднего дерева растущей части, но с увеличением возраста их значения постепенно сближаются.

1.15 Лекция №15 (2 часа).

Тема: «Инвентаризация лесного фонда. Таксация лесных массивов»

1.15.1 Вопросы лекции:

1. Определение инвентаризации.
2. Классификация объектов инвентаризации.

1.15.2 Краткое содержание вопросов:

1. Определение инвентаризации.

Инвентаризация лесного фонда - определение таксационных признаков насаждений лесхоза или участка аренды лесного фонда в натуре разнообразными способами или определение сходных признаков на основе информации выдельного банка данных и моделей актуализации. По методике осуществления инвентаризации лесного фонда разграничивают на натурную (наземную), непрерывную, статистическую и фотостатистическую.

2. Классификация объектов инвентаризации.

Функциональное назначение и структура лесов лесничеств (лесопарков) и (или) их частей, степень изученности и интенсивности ведения лесного хозяйства и лесопользования определяют требования к подробности и точности лесоинвентаризационных работ и, соответственно, возможность применения различных методов лесоустройства и таксации леса, а также периодичность их проведения.

Исходя из функционального назначения и структуры лесов, степени их изученности, интенсивности ведения лесного хозяйства и лесопользования вся территория лесного фонда подразделяется на две зоны:

- а) зона лесоустройства, в которую включаются территории лесничеств (лесопарков) или их частей с защитными и эксплуатационными лесами в малолесных

районах и в районах интенсивного лесного хозяйства и интенсивного и перспективного лесопользования как в ближайшие 20 лет, так и в последующие периоды, где ранее было проведено лесоустройство с выполнением натурных работ по организации территории. Таксационные работы в этой зоне могли быть выполнены ранее по I-III разрядам лесоустройства на основе проведения наземных работ, наземных работ в сочетании с полевым и (или) камеральным аналитико-измерительным дешифрированием аэрофотоснимков.

б) зону дистанционной лесоинвентаризации, в которую включаются преимущественно простые по структуре низкопродуктивные резервные и тяготеющие к ним защитные (притундровые, водоохранные) леса, расположенные на севере и северо-востоке страны с экстенсивным уровнем ведения лесного хозяйства и лесопользования (далее резервные леса), не имеющие перспектив повышения их интенсивности в обозримом будущем. Лесной фонд резервных лесов изучен на основе дешифрирования космических снимков (сверхмелкомасштабных аэроснимков) без натурной организации территории. Площадь зоны дистанционной инвентаризации 420 млн.га.

Зона лесоустройства подразделяется на три подзоны:

а) подзона интенсивного лесного хозяйства;

б) подзона интенсивного и перспективного лесопользования; в) подзона экстенсивного лесного хозяйства и лесопользования.

К подзоне интенсивного лесного хозяйства относятся лесничества (лесопарки), расположенные в южных, центральных и северо-западных районах Европейско-Уральской части страны и в южных районах Сибири и Дальнего Востока, представленные эксплуатационными и защитными лесами (бывшие леса первой и второй групп), устроенными преимущественно по первому и второму разрядам лесоустройства наземными методами в сочетании с полевым дешифрированием аэрофотоснимков. В лесах этой подзоны, включая участки лесного фонда переданные в аренду, ведутся интенсивное лесное хозяйство и лесоэксплуатация, в том числе рубки главного пользования, работы по лесовосстановлению, реконструкции (обновлению) насаждений, уходу за лесом, проводятся наземные работы по охране и защите леса. Леса данной подзоны имеют важное рекреационное и средозащитное значение, поскольку они расположены в районах страны с наиболее высокой плотностью населения. В состав ее входят различные, в том числе сложные по структуре леса.

К подзоне интенсивного и перспективного лесопользования относятся в основном эксплуатационные леса бывшей III группы и тяготеющие к ним защитные леса, расположенные на территории лесничеств (лесопарков) или их частях (участках переданных в долгосрочную аренду), где ведутся или планируются в ближайшие 20 лет рубки главного пользования (использование расчетной лесосеки не менее 30%), рубки ухода, лесовосстановительные и другие лесохозяйственные мероприятия. В подзону включаются территории, устроенные ранее преимущественно по третьему разряду лесоустройства различными методами (наземная таксация, рациональное сочетание наземных работ с камеральным аналитико-измерительным дешифрированием аэрофотоснимков) с организацией территории в натуре. В состав подзоны могут также входить леса бывших первой и второй групп (ныне защитные и эксплуатационные леса), устроенные ранее по I – III разрядам различными методами. Из данной подзоны могут исключаться и включаться в подзону экстенсивного лесного хозяйства и лесопользования компактные лесные участки лесничеств (лесопарков), на территории которых не ведутся

активное лесное хозяйство и лесопользование, не развиты арендные отношения, а лесохозяйственные работы ограничиваются охраной леса и активизация их в ближайшее 20-летие не намечается.

К подзоне экстенсивного лесного хозяйства и лесопользования относятся лесничества (лесопарки) и (или) их части эксплуатационных таежных лесов бывшей III группы и тяготеющие к ним защитные леса, территория которых устроена ранее по третьему разряду лесоустройства различными методами (наземная таксация, рациональное сочетание наземных работ с камеральным дешифрированием, камеральное дешифрирование) с организацией территории в натуре. В лесах данной части лесничеств (лесопарков) рубки главного пользования, рубки ухода и другие лесохозяйственные мероприятия не ведутся или ведутся в незначительных размерах (расчетная лесосека используется менее чем на 30%) и не планируется их интенсификация в ближайшее 20-летие.

Основными задачами лесоинвентаризационных работ являются:

- 1) получение достоверной и разносторонней информации о лесных ресурсах, состоянии лесов и динамике лесного фонда;
- 2) составление документов по инвентаризации и учету лесов и географическому их размещению;
- 3) изучение качества и эффективности, выполненных на объекте лесохозяйственных мероприятий по участкам леса, назначение их в натуре на предстоящий ревизионный период.

При этом методы лесоинвентаризации должны иметь определенную достоверность, согласованную со степенью интенсивности лесохозяйственной и другой экономической деятельности, структурой лесов региона и наличием трудовых и финансовых ресурсов. Они должны обеспечивать наиболее полное выявление и оценку всех ресурсов и функций лесов.

1.16 Лекция №16 (2 часа).

Тема: «Таксация лесосек и лесосечного фонда»

1.16.1 Вопросы лекции:

1. Таксация лесосек.
2. Классификация работ.

1.16.2 Краткое содержание вопросов:

1. Таксация лесосек.

В нашей стране ежегодно на значительных площадях проводятся рубки главного и промежуточного пользования, санитарные и прочие рубки. Участок леса, отведенный для названных рубок, отграниченный.

Таксация лесосек, таксация лесосечного фонда, определение запаса и др. таксационных показателей древостоев, намеченных в рубку в ближайшие годы; один из приёмов практической таксации леса. Материалы Т. л. предназначаются для определения сортиментной структуры заготавливаемой древесины, суммы попенной платы, проверки рациональности разделки древесины лесозаготовителями, установления норм выработки на лесосечных работах. При Т. л. составляются картографические материалы размещения

лесосек, устанавливаются наличие и необходимость сохранения подроста, определяются общий запас насаждения, выход деловой древесины по категориям крупности и сортаментам, выход сырья для технологической переработки, дров и отходов, таксовая стоимость древесины на корню по породам и в целом на лесосеке (точность таксации по общему запасу, выходу осн. сортиментов и таксовой стоимости, как правило, принята в пределах $\pm 10\%$).

Технология Т. л.: за 2 года до рубки в лесохозяйственном предприятии составляется план отвода лесосек, в котором учитываются величина расчётной лесосеки, план рубок, наличие путей транспорта и др. Лесосеки разделяют на делянки, отграничиваемые визирами и естественными рубежами; осуществляют геодезическую съёмку делянок, на углах которых устанавливают столбы с надписью: вид рубки, номер делянки, площадь, год лесосеки. На делянке может быть один или несколько таксационных выделов.

На делянках лесов I группы и делянках площадью до 5 га в лесах II и III групп проводят сплошной переcчёт деревьев. В остальных случаях при наличии густого подроста и подлеска высотой более 1 м делается ленточный переcчёт; если подроста и подлеска нет, закладывают круговые площадки или проводят линейную выборку. Ленты переcчёта шириной 10-20 м закладывают по продольным визирам, размещённым через 100 - 200 м. При сплошном и ленточном переcчётах учитывают деревья по породам, категориям технической годности (деловые, полуделовые, дровяные) и ступеням толщины (по 2 см при ср. диаметрах до 16 см и по 4 см при больших диаметрах).

Круговые площадки закладывают с помощью полнотомера В. Биттерлиха или призмы Н. П. Анучина в количестве от 12 (площадь лесосеки 3 га) до 40 (пл. 50 га), которые размещаются по визирам аналогично лентам переcчёта. При Т. л. измеряют высоту отдельных деревьев по породам и ступеням толщины. По результатам Т. л. определяют сортиментный состав лесосечного фонда.

В натуре визирами и лесосечными знаками в данном квартале или урочище, для той или иной лесозаготовительной организации или потребителя, называется лесосекой. Сумма площадей всех участков, отведенных под рубку под очередной год, составляет годичный лесосечный фонд лесничества.

2. Классификация работ.

Работы по таксации лесосечного фонда складываются из трех этапов:

1) подбор и оформление в натуре участков, на которых будут проводиться отпуск древесины, рубки ухода, санрубки;

2) перечислительная или прицельно-измерительная таксация и материально-денежная оценка лесосек;

3) освидетельствование мест рубок.

Отвод лесосек складывается из определенных этапов работ:

а) инструктаж лиц, привлекаемых к работе, с проведением тренировочных работ в натуре;

б) натурное оформление лесосек (прорубка визиров, постановка столбов, отграничение неэксплуатационных участков, промер линий с измерением румбов); выделение делянок и таксационных участков; привязка лесосеки.

Делянки на лесосеке выделяются: при отпуске древесины из одной лесосеке разным лесозаготовителям; в горных условиях при различии в крутизне склонов более

100 с минимальной площадью 1 га и более; применении разных методов таксации в отдельных

В нее при сплошных рубках не включаются:

- не покрытые лесом участки (болота, вырубки, прогалины и т.п.), независимо от их величины;
- семенные куртины и полосы, выделяемые в соответствии с правилами рубок;
- расположенные среди спелых древостоев участки молодняков, средневозрастного и приспевающего леса площадью, установленной правилами рубок.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа)

Тема: Таксационные измерения, инструменты и приборы.

2.1.1 Цель работы: овладение методикой таксационных измерений и работа с таксационными приборами и инструментами

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить методику измерения высоты (длины), диаметра, полноты и других таксационных показателей насаждений.

2. Научиться работать с приборами и инструментами.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. мерные шесты, рулетки и ленты
2. мерные вилки
3. высотомеры
4. полнотомеры
5. возрастной бурав
6. учебное пособие

2.1.4 Описание (ход) работы

Для измерения длины срубленных деревьев, различных материалов, штабелей леса, а также полениц дров и куч хвороста, как правило, применяют рулетку. Обычно ее делают из полотняной тесемки, проваренной в олифе и покрытой краской, шириной около 1,5 см и длиной 520 м. С одной стороны тесьмы наносят деления в метрах, сантиметрах и полусантиметрах. Каждые 10 см отмечают черные цифры, а метры красные. Изготовленную тесьму вкладывают в особый (плоский круглый) кожаный футляр: один конец прикрепляют к металлической оси футляра, приводимой в движение ручкой по направлению часовой стрелки, другой выводят из футляра и к концу его прикрепляют металлическое кольцо. Деления должны быть нанесены по направлению от кольца к оси.

Измерять длину срубленных деревьев и различных лесоматериалов можно также мерным шестом и складным метром. Особенно при измерении полениц удобно пользоваться мерным шестом, который можно сделать из тонкого прямого молодого дерева. Срубленное деревцо хорошо просушивают, а затем выстругивают, придав ему квадратную или прямоугольную форму бруска с поперечным сечением (23) X (35) см. Длина шеста должна быть соразмерна с длиной наиболее часто встречающихся полениц. Наиболее удобны для работы шесты длиной 23 м. На изготовленном шесте ножом или топором делают зарубки через каждые 10 см с разбивкой крайнего деления на сантиметры. Для ясности по дну 1-м зарубок проводят линии красным карандашом, 0,5-м синим, по дну 10 и 1-см черным. Кроме того, красным карандашом проставляют цифры, указывающие длину в метрах. Для прочности концы шеста можно обить металлическими пластинками или обтянуть жестью. Шест кладут горизонтально на поленицу и измеряют длину, затем, приставив его к поленице, высоту и, наконец, длину поленьев. Перемножив полученные величины, получают объем поленицы в складочных кубических метрах. Например, при длине поленицы 4 и высоте 2 м, длине поленьев 0,5 м объем поленицы равен $4 \times 2 \times 0,5 = 4$ окл. м³.

Для измерения толщины (диаметра) срубленных и растущих деревьев, а также различных круглых лесоматериалов применяют лесную мерную вилку. Она является основным инструментом при таксационных работах. Конструкций мерных вилок очень много. Простейшая из них состоит из толстой линейки длиной до 1 м с делениями. На одном конце прикреплен под прямым углом деревянный брусок (неподвижная ножка) длиной около 0,5 м, второй брусок таких же размеров (подвижная ножка) надевают через

сделанное в нем отверстие на линейку с другого конца. Он должен свободно двигаться на линейке и в то же время всегда быть параллельным первому бруску. Такая мерная вилка имеет тот недостаток, что при частом употреблении подвижная ножка скоро расшатывается, теряет свое перпендикулярное к линейке положение. Кроме того, в сырую погоду она разбухает, что задерживает движение подвижной ножки, в сухую ссыхается, в результате чего движения подвижной ножки становятся чрезмерно свободными. Все это вызывает ошибки при измерениях. Для устранения этого недостатка вырез в подвижной ножке должен быть больших размеров, чем поперечное сечение линейки; плавное хождение подвижной ножки в любую погоду и сохранение перпендикулярности обеспечиваются применением различных приспособлений винтов, пружин, роликов, клиньев и др.

Из специальных высотомеров наиболее простым в пользовании и достаточно надежным по точности измерений является маятниковый высотомер, предложенный в 1949 г. таксатором Н. И. Макаровым. Это тонкая металлическая пластинка, напоминающая по форме сектор круга радиусом 8-10 см. На некотором расстоянии от угла сектора подвешен металлический маятник, втулка которого с наружной стороны заканчивается особой головкой - кнопкой, прижимающей маятник к пластинке, а с внутренней она имеет гайку, при нажиме на которую маятник начинает двигаться. На дугу сектора нанесены две шкалы делений: верхняя - для отсчета высоты дерева при отходе от него на расстояние 10 м, нижняя - на 20 м. Шкалы дают возможность получить без предварительных вычислений высоту дерева при отходе для визирования на 10 и 20 м. К стороне пластинки, на которой прикреплен маятник, припаяна визирная трубка с раструбом для просмотра с одной стороны и с небольшим округлым отверстием для визирования на вершину и на основание дерева с другой.

Для определения прироста дерева по толщине применяют небольшой инструмент, называемый приростным буравом. Этот инструмент состоит из металлической трубки внутренним диаметром 5-7 мм. Буравы бывают различной длины, но обычно 12 см. Один конец трубки несколько сужен и имеет острые края с наружной винтовой (тоже острой) нарезкой, другой - четырехугольное сечение и плоские края. Четырехугольным концом трубку плотно вставляют в другую трубку (полую развинчивающуюся, металлическую), которая является одновременно ручкой и фуляром инструмента.

2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа)

Тема: Таксационные измерения, инструменты и приборы.

2.2.1 Цель работы: овладение методикой таксационных измерений и работа с таксационными приборами и инструментами

2.2.2 Задачи работы:

1. Изучить методику измерения высоты (длины), диаметра, полноты и других таксационных показателей насаждений.

2. Научиться работать с приборами и инструментами.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. мерные шесты, рулетки и ленты
2. мерные вилки
3. высотомеры
4. полнотомеры
5. возрастной бурав

2.2.4 Описание (ход) работы

1. Произвести измерения таксационных показателей деревьев и записать полученные значения в специальные бланки.

2. Определить площадь поперечного сечения.

2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа)

Тема: Определение абсолютного, относительного и среднего сбега древесного ствола.

2.3.1 Цель работы: овладение видами и способами определения среднего сбега древесного ствола.

2.3.2 Задачи работы:

1. Изучить виды сбега ствола
2. Научиться определять сбеги древесного ствола по формулам.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.3.4 Описание (ход) работы

По вариантам студентами определяются:

- 1) абсолютный и относительный сбеги ствола в целом и по сечениям;
- 2) классы формы Н.В. Третьякова;
- 3) оценка сбежистости ствола;
- 4) относительные числа сбега по В.К. Захарову;

Абсолютный сбеги (S) равен разности между диаметрами двух сечений (мест замеров) от основания (d_n) к вершине (d_v) ствола, выражаемых в сантиметрах:

$$S = d_n - d_v.$$

Для сопоставляемости сбега отрезков разной длины устанавливают средний сбеги, обычно на 1 м: $S = (d_n - d_v) / l$, где l – длина отрезка (секции) в м. Например, диаметр у основания ствола $d_n = 40$ см, на расстоянии 4 м (1-ое бревно) $d_v = 34$ см, тогда $S = 40 - 34 = 6$ (см), а $S_{cp} = (40 - 34) / 4 = 1,5$ (см/м).

Для стволов в целом (исключая корневые наплывы) с базовым диаметром на 1,3 м:

$$S_{cp} = d_{1,3} : (h - 1,3 \text{ м}),$$

где h – высота дерева, м.

По величине абсолютного сбега стволы делятся на 3 группы.

1. Слабосбежистые (малосбежистые) – $S_{cp} < 1$ см/м;
2. Среднесбежистые – $S_{cp} = 1 - 2$ см/м;
3. Сильносбежистые – $S_{cp} > 2$ см/м.

Абсолютный сбеги может характеризовать форму частей или ствола в целом только при определенных значениях их размеров (толщина, длина). Поэтому абсолютный сбеги выражается в процентах или в долях от принятого базового диаметра на 1,3 м. Для этого диаметры на разных сечениях выражаются в процентах от диаметра на 1,3 м:

$$S_{i/1,3} = d_i \cdot 100 / d_{1,3}.$$

Однако установленные таким путем значения относительного сбега для ствола разной длины трудно сопоставимы, поэтому лесоведами для характеристики формы стволов предложены коэффициенты формы – отношение диаметра ствола к диаметру на высоте груди ($d_{1,3}$, см) или к диаметрам, измеренным на других высотах.

Чтобы исключить влияние высоты профессором Н.В. Третьяковым (1931) был предложен показатель классы формы ($q_{n/1}$) – как отношение диаметра на половине ($d_{1/2}$) и $3/4$ длины ствола ($d_{3/4}$) к диаметру на $1/4$ части ($d_{1/4}$):

$$q_{2/1} = d_{1/2} / d_{1/4},$$

$$q_{3/1} = d_{3/4} / d_{1/4}.$$

Из показателей коэффициентов и классов формы наибольшее практическое значение (наиболее информативные показатели) имеют q_2 и $q_{2/1}$, по их значениям дают оценку сбежистости стволов:

степень сбежистости (при $h > 15$ м)	q_2	$q_{2/1}$
сильносбежистые	0,55-060	0,75
среднесбежистые	0,61-070	0,80
малосбежистые	071-080	0,85

2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа)

Тема: Определение коэффициентов формы и видовых чисел ствола.

2.4.1 Цель работы: овладение способами определения коэффициентов формы и видовых чисел ствола

2.4.2 Задачи работы:

1. Иметь представление о форме древесного ствола
2. Научиться определять форму древесного ствола и его видовых чисел по формулам

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.4.4 Описание (ход) работы

По вариантам студентами определяются:

- 1) коэффициенты формы А. Шиффеля;
- 2) старое и нормальное видовые числа по объёму ствола, определенному по сложной формуле Губера;
- 3) видовое число по формулам: А. Шиффеля, Б.А. Шустова, Кунце и упрощенным формулам и по таблице всеобщих видовых чисел М.Е. Ткаченко принимая его за 100%. Вычисленные значения сравниваются с видовым числом, которое получено через объем ствола по сложной формуле Губера.

Коэффициенты формы А. Шиффеля (австрийский лесовод, 1899 г.) – характеризуют форму ствола по 4-м точкам, как соотношения диаметров (в см) у основания, на $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ длины или высоты ствола (соответственно $d_{1/4}$, $d_{1/2}$, $d_{3/4}$) к $d_{1,3}$:

$$q_0 = d_0 / d_{1,3};$$

$$q_1 = d_{1/4} / d_{1,3};$$

$$q_2 = d_{1/2} / d_{1,3};$$

$$q_3 = d_{3/4} / d_{1,3}.$$

В практике таксации леса их называют нулевой, первый, второй, и третий коэффициенты формы Шиффеля. Отдельно взятый коэффициент характеризует собой относительный диаметр, а вместе взятые они представляют собой действительный относительный сбеж ствола и характеризуют его форму. Существенный недостаток коэффициентов формы Шиффеля – зависимость их значений от высоты ствола.

Чтобы исключить влияние высоты профессором Н.В. Третьяковым (1931) был предложен показатель классы формы ($q_{n/1}$) – как отношение диаметра на половине ($d_{1/2}$) и $\frac{3}{4}$ длины ствола ($d_{3/4}$) к диаметру на $\frac{1}{4}$ части ($d_{1/4}$):

$$q_{2/1} = d_{1/2} / d_{1/4},$$

$$q_{3/1} = d_{3/4} / d_{1/4}.$$

Из показателей коэффициентов и классов формы наибольшее практическое значение (наиболее информативные показатели) имеют q_2 и $q_{2/1}$, по их значениям дают оценку сбежистости стволов:

степень сбежистости (при $h > 15$ м)	q_2	$q_{2/1}$
сильносбежистые	0,55-060	0,75
среднесбежистые	0,61-070	0,80
малосбежистые	071-080	0,85

Форма стволов по методу профессора В.К. Захарова (1961)

Вслед за немецкими учеными (Гогенадль, Кренн, Продан, Дитмар) профессором В.К. Захаровым форма древесных стволов изучалась путем деления его на 10 равных частей. Диаметры на относительных высотах 0; 0,2;... 0,9h ($d_0, d_{0,2}...d_{0,9}$), выраженные в процентах от базового диаметра на 0,1h ($d_{0,1}$) представляют собой относительные числа сбега или относительные диаметры:

$$S_{i/01} = d_{0,0,2...0,9} / d_{0,1} \cdot 100(\%),$$

где $S_{0/01}$; $S_{02/01}$; ...; $S_{09/01}$ объективно характеризуют форму древесных стволов. Если эти соотношения не выражаются в процентах, то тогда они называются индексами или числами сбега:

$$q_i = d_i / d_{0,1}.$$

По относительным высотам они принимают следующие обозначения: $q_{0/01}$, $q_{02/01}$, ... $q_{09/01}$.

Видовые числа

Лесоведами еще в 19 веке было предложено сравнивать объем ствола с объемом цилиндра, построенного по какому-либо диаметру и высоте дерева.

Видовое число – это отношение объема ствола (V_c) или его частей к объему цилиндра ($V_{ц}$) имеющего высоту, равную высоте дерева с основанием равным площади сечения, взятой на определенной высоте (h) обычно в его нижней части:

$$f = V_c / V_{ц},$$

где $V_{ц} = g_{ц} \cdot h$, а V_c - объем ствола, определяемый обычно по сложным стереометрическим формулам.

Видовое число показывает степень приближения объема ствола к объему цилиндра и вычисляется с точностью не ниже 0,001.

По способам определения различают 2 типа видовых чисел.

Старое видовое число (f), значения которого определяются по базовому диаметру на 1,3 м ($d_{1,3}$):

$$f = V_c / g_{1,3} \cdot h$$

Отсюда базовая формула определения объема ствола (в сопоставлении с объемом цилиндра $V_{ц}$):

$$V_c = g_{1,3} \cdot f \cdot h,$$

здесь fh – называют видовой высотой, которая используется в качестве нормативной при нахождении объема ствола и запаса древостоев.

Нормальное видовое число.

Старое видовое число, как и коэффициенты формы Шиффеля, имея в основе расчетов постоянную высоту базового диаметра на 1,3 м, зависит от длины ствола (высоты дерева). Исключая этот недостаток, В.К. Захаров, следуя принципам Пресслера и Гогенадля, предложил $d_{1,3}$ заменить на $d_{0,1}$ (диаметр на относительной высоте 0,1h) и полученное видовое число назвать нормальным:

$$f_n = V_c / V_{ц0,1} = V_c / g_{0,1} \cdot h,$$

$$V_c = g_{0,1} \cdot f_n \cdot h.$$

Взаимосвязи и закономерности изменения видовых чисел и коэффициентов формы.

Старое видовое число и коэффициенты формы Шиффеля уменьшаются с

увеличением высоты деревьев по гиперболической кривой. Между видовыми числами и коэффициентами формы существуют определенные взаимосвязи, которые позволяют с меньшими затратами находить видовое число, а следовательно и объём ствола:

по А. Шиффелю: $f = 0,14 + 0,66 \cdot q_2^2 + 0,32 / q_2 \cdot h$;

по Б.А. Шустову: $f = 0,60 \cdot q_2 + 1,04 / q_2 \cdot h$;

по Н.В. Третьякову: $f = 0,733 \cdot q_1 \cdot \sqrt{q_1 + q_2}$

по формуле Кунце (1891 г.): $f = q_2 - c$,

для деревьев сосны при $h > 18$ м $c = 0,20$, для бука, осины и ольхи черной $c = 0,22$.

По другим простейшим формулам:

$f = q_2^2$;

$f = 0,67 \cdot q_2^2$.

Продолжив исследования А. Шиффеля, профессор М.Е. Ткаченко пришел к заключению, что стволы разных древесных пород и условий произрастания подчиняются одному закону: при равной высоте и равных коэффициентах формы q_2 стволы всех древесных пород имеют близко равные видовые числа. Им составлена всеобщая таблица видовых чисел, которая помещена в приложении 17. Нормальное видовое число находится в тесной зависимости от индексов сбега в средней части ствола.

Например, по нашим данным, для сосны:

$f_n = 0,092 + 0,60 \cdot q_{0,5}$.

Сильносбежистые стволы сосны характеризуются низкой полндревесностью при $f_n = 0,420-0,450$, среднесбежистые – средней полндревесностью $f_n = 0,480$, слабосбежистые - высокой полндревесностью $f_n = 0,510-0,520$. Эти показатели соответствуют средней полноте древостоев: 0,3-0,4; 0,5-0,7; 0,8 и выше соответственно.

2.5 Лабораторная работа №5 (2 часа)

Тема: Определение площади поперечного сечения.

2.5.1 Цель работы: изучить теорию и способы определения площади поперечного сечения древесного ствола

2.5.2 Задачи работы:

1. Раскрыть понятие «поперечное сечение ствола».
2. Выяснить способы его определения.

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.5.4 Описание (ход) работы

Для определения объема ствола или его части нужно знать не только длину ствола, но и площадь сечения g . Поперечное сечение ствола не является правильным кругом, поэтому его диаметр d чаще определяют как среднюю арифметическую величину из двух измерений - наибольшего и наименьшего. Площадь сечения ствола определяют по диаметру, используя формулу:

$$g = \frac{\pi d^2}{4},$$

где d - диаметр ствола, принимаемый за диаметр круга.

Так как сечение ствола не является правильным кругом, то такой способ измерения диаметра приводит к некоторой ошибке при вычислении площади сечения. Кроме того, на величину ошибки вычисления площади сечения в коре влияет строение коры: при гладкой коре ошибка меньше, при трещиноватой - больше.

Влияние ошибки в диаметре на точность вычисления объема и площади сечения.

При измерении толщины ствола или его части исправной мерной вилкой всегда возникает случайная ошибка, которая приводит к неточным вычислениям площади сечения и объема. Процент ошибки в диаметре определяется по обычной формуле процентов, т.е.

$$P_{\Delta d} = \pm \frac{\Delta d}{d} \times 100.$$

Если в диаметре допущена та или иная ошибка, то это приведет к ошибке при определении площади сечения и объема. Эти ошибки выражаются такими формулами:

- процент ошибки в объеме:

$$P_{\Delta V} = \pm \frac{\Delta d}{d} \times 200;$$

- процент ошибки площади сечения:

$$P_{\Delta g} = \pm \frac{\Delta d}{d} \times 200.$$

Из приведенных формул можно сделать следующие выводы:

1. Ошибка в диаметре, выраженная в процентах, вызывает двойную ошибку в объеме и площади сечения с тем же знаком.

2. Тонкие стволы и отрезки нужно измерять с большей точностью, т.е. более мелкими ступенями, так как при одной и той же величине ошибки, полученной при измерении и тонкого и толстого ствола или отрезка, относительная ошибка в диаметре, площади сечения и объеме будет большей.

Для уменьшения величины ошибок при измерении толщины ствола или его отрезка мерной вилкой необходимо выполнять следующие требования:

- 1) место измерения необходимо очистить от мха и лишайника;
- 2) если в месте, где надо измерить диаметр, находятся утолщения, необходимо измерить диаметр выше и ниже на одно и то же расстояние (за зоной влияния утолщения) и из двух измерений взять среднее арифметическое;
- 3) мерную вилку следует накладывать на ствол или на отрезок при большом расворе подвижной ножки, причем так, чтобы мерная линейка касалась ствола;
- 4) плоскость, проходящая через мерную линейку и обе ножки, должна быть перпендикулярна оси ствола;
- 5) отсчет следует делать, не отнимая вилки от ствола.

2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа)

Тема: Определение объема ствола и его частей по простым стереометрическим формулам.

2.6.1 Цель работы: изучить базовые методы определения объема древесного ствола, а также дать количественное представление о его форме и полндревесности

2.6.2 Задачи работы:

1. Повторить математическую основу определения геометрических форм
2. Научиться определять объем ствола по простым формулам Губера и Смалиана

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.6.4 Описание (ход) работы

Определяются объёмы ствола в коре и без коры:

- 1) по простым формулам Губера
- 2) по простым формулам Смалиана

В заключение проводится сравнительная оценка рассмотренных способов. За 100% принимается объём, установленный по сложной формуле Губера.

Применение простых формул при определении объёма ствола срубленного дерева базируется на 1, 2 или 3-ех измерениях диаметра и длины ствола. При этом ствол не делится на отрезки и объём устанавливается в целом для ствола или для большей его части с прибавлением объёма вершинки, когда она условно отделяется.

Принципиальной основой в определении объёма ствола является формула объёма цилиндра:

$$V = g \cdot L,$$

где g - площадь сечения цилиндра, L – его длина.

Поскольку ствол не является правильным геометрическим телом, то важно найти точки замеров диаметров, по которым его объём соответствовал бы объёму цилиндра построенного по этим значениям диаметров и длине ствола или его части. В этой связи существуют 3 основных способа определения объёма ствола как тела вращения: по замеру диаметра на середине ствола или его усеченной части; по замерам диаметров у основания и в верхней (к вершине) усеченной части ствола или по указанным диаметрам взятых вместе. Отсюда вытекает 3 простых, т.е. приближенных способа (формул) в определении объёма ствола срубленного дерева.

1. Простая формула срединного сечения Губера для ствола в целом:

$$V = \gamma \cdot L \quad (1.1)$$

и усеченного ствола (без вершины):

$$V = \gamma \cdot L_1 + V_B, \quad (1.2)$$

где γ (гамма) площадь срединного сечения и L - длина всего ствола, а L_1 – длина усеченного ствола.

Формула 1.2 предназначена для определения объёма ствола по сумме объемов усеченной (обезвершиненной) части и объёма вершинки (V_B).

При этом γ – площадь срединного сечения устанавливается по диаметру, замеренному на середине усеченной части ствола, а объём вершинки устанавливается по формуле объема конуса:

$$V_B = g_B \cdot l_B / 3 \quad (1.3)$$

или по специальным объёмным таблицам.

Площадь среднего сечения или других сечений, которые здесь в последующем обозначены как « g », определяется по формуле площади круга:

$$g = \pi \cdot d^2 / 4, \quad (1.4)$$

где π (пи)- равно 3,14..., а d - диаметр сечения.

Для нахождения площадей поперечных сечений для разных диаметров рекомендуется использовать приложение 12.

2. Простая формула концевых сечений Смалиана, предусматривает измерения диаметров (а по ним площадей сечений) у основания (g_0) и в верхней обезвершиненной части ствола (g_L):

$$V = (g_0 + g_L) / 2 \cdot L_1 + V_B. \quad (1.5)$$

Если формулу 1.5 применить для ствола в целом, то второе сечение будет равно 0 (окончание верхушечной почки). Формулы (1.1; 1.2; 1.5) являются простыми в использовании, но они дают большие погрешности. Более совершенной является формула, где учитываются 3 диаметра: у основания, на середине и в конце усеченной части ствола.

2. Простая формула срединного и концевых сечений:

$$V = (g_o + 4 \cdot \gamma + g_L) / 6 \cdot L_1 + V_v. \quad (1.6)$$

Первая часть формулы определяет объём усеченной части ствола, вторая – остальную часть.

Для ствола в целом:

$$V = (g_o + 4 \cdot \gamma_L) / 5 \cdot L \quad (1.7)$$

Простую формулу срединного и концевых сечений в математике называют формулой Ньютона. Она пригодна для определения объёма всех тел вращения (нейлоид, цилиндр, параболоид, конус). В лесной таксации эту формулу впервые применил немецкий лесовод Рикке, поэтому её стали называть формулой Ньютона – Рикке.

2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа)

Тема: Определение объема ствола и его частей по сложным стереометрическим формулам.

2.7.1 Цель работы: изучить базовые методы определения объёма древесного ствола, а также дать количественное представление о его форме и полнодревесности

2.7.2 Задачи работы:

1. Повторить математическую основу определения геометрических форм
2. Научиться определять объем ствола по сложным формулам Губера и Смалиана

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.7.4 Описание (ход) работы

Определяются объёмы ствола в коре и без коры:

- 1) по сложным формулам Губера
- 2) по сложным формулам Смалиана

В заключение проводится сравнительная оценка рассмотренных способов. За 100% принимается объём, установленный по сложной формуле Губера.

Сложные формулы. Обычно более сложные методы базируются на основе простых. Все сложные стереометрические формулы, также как и простые, строятся на замерах срединного и концевых диаметров или их сочетаний. Однако эти принципы относятся не для всего ствола в целом (или большей его части), а для отрезков, на которые его разделяют.

Если ствол разделить на бесконечное множество отрезков (секций), то его объём будет равным сумме объёмов этих отрезков, которые с весьма незначительной погрешностью могут определяться как объёмы цилиндров. Однако это сопряжено со значительными трудозатратами как при обмерах в полевых условиях, так и при обработке этих данных в камеральных условиях. Поэтому в практике таксации леса ствол делится на ограниченное количество отрезков (секций), которое должно, с одной стороны обеспечить достаточную точность в определении истинного фактического объёма ($\pm 1-2\%$), с другой – снизить трудозатраты.

Экспериментально установлено, что эти условия будут соблюдены, если число отрезков при определении объёма стволов будет не менее 10. Поэтому в зависимости от длины ствола могут быть приняты 1 или 2-х метровые отрезки, для маломерных стволов – 0,5-метровые.

Сложная формула Губера:

$$V = (\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n) \cdot l,$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_n$ – площади сечений на серединах 1-ой, 2-ой и последней секции, а l – их длина. При 2-х метровых секциях диаметры замеряются на нечетных метрах (1, 3, 5 м и т.д.). Если количество секций не получается кратным числом, то тогда объём последней секции, имеющий меньшую или большую длину определяется как объём конуса (по формуле 1.3):

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

где g_n – площадь сечения последней n -ой секции в верхнем торце (при 2-метровых секциях на последнем четном метре, если вершинка менее 2 м).

Сложная формула средних концевых сечений Смалиана:

$$V = [(g_o + g_n) / 2 + (g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1})] \cdot l + V_n,$$

где g_o и g_1 площади сечения 1-ой секции соответственно в нижней (большого диаметра) и верхней (меньшего диаметра) части, g_1 и g_2 – соответственно нижнее и верхнее сечение 2-ой секции, а g_{n-1} и g_n – площади сечений последней секции. При 2-х метровых секциях замеры диаметров делают у основания ствола и далее по четным метрам. По этой формуле основание вершинки соответствует значению площади сечения последней секции в верхнем торце, т.е. на последнем четном метре ($g_n = g_b$).

Приведенные формулы в пределах секции не в полной мере учитывают параболические или гиперболические формулы тел вращения. Эти недостатки устраняет формула 3-х сечений.

Сложная формула срединных и концевых сечений Симпсона:

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

Для этого на заложенной пробной площади спиленные деревья очищались от сучьев и стволы разделялись на 2-х метровые отрезки – секции в направлении от комля к вершине.

Диаметры замерялись на нечетных метрах 1, 3, 5 м и т.д. Отметка для измерения на высоте груди (1,3 м от шейки корня) отмечалась до рубки дерева. Для определения диаметра без коры и прироста за 10 лет острым топором в отмеченных местах делали засечки – надрубы под прямым углом к поверхности ствола, а затем под острым. Толщина коры и прирост древесины за 10 лет замерялась масштабной линейкой. Диаметры без коры получены по разности между диаметрами в коре и удвоенной толщины коры соответствующих сечений. Диаметры 10 лет тому назад получены по разности диаметров без коры и удвоенной величине радиального прироста (по десяти годичным кольцам).

Для нахождения значений диаметров в любой точке ствола по диаметрам на нечетных метрах используют метод линейной интерполяции. Искомый диаметр (d_x), соответствующий определенной высоте (h_x) устанавливается по значениям нижнего (d_n) и верхнего (d_b) сечения той секции, где он соответствует высоте (h_x). Сначала находим изменение (снижение) диаметра на единицу длины секции:

$$(L = h_b - h_n), \text{ т.е. на 1 м: } (d_n - d_b) : (h_b - h_n).$$

Далее умножая эту величину на расстояние нахождения искомого диаметра от нижнего сечения секции ($h_x - h_n$) получаем значение, насколько d_x меньше d_n : $(h_x - h_n) \cdot (d_n - d_b) : (h_b - h_n)$. Вычитая из значения диаметра нижней части секции d_n указанную величину (поскольку диаметр снижается к вершине) находим искомый диаметр d_x на нужной высоте h_x :

$$d_x = d_n - (d_n - d_b) \cdot (h_x - h_n) : (h_b - h_n). \quad (1.12)$$

Для нахождения диаметров методом линейной интерполяции (между двумя значениями) проще пользоваться специальными таблицами, которые имеются в приложении 13 и в лесотаксационных справочниках.

При определении объема ствола по сложной формуле Смалиана диаметры на четных метрах находятся как средние арифметические из смежных диаметров, измеренных на нечетных метрах.

В целом процедура нахождения диаметров на разной длине ствола, в том числе и диаметров на четных метрах, упрощается, если построить продольный разрез древесного ствола (по радиусам сечений) или его образующую (по диаметрам сечений). Построенный таким образом график дает представление о размерах и форме древесного ствола.

Этот график необходим для выполнения 2-го задания данной работы и 1-го задания 2-ой работы.

Определение объема ствола по сложным формулам Губера и Смалиана

целесообразно проводить с использованием специальных таблиц объёмов 2-х метровых цилиндров (приложение 15), которые исключают нахождение объёмов секций через произведение площади сечений на их длину.

2.8 Лабораторная работа №8 (2 часа)

Тема: Сортиментация древесного ствола и определение объема круглых лесоматериалов.

2.8.1 Цель работы: разобрать основы в рациональной разделке стволов на сортименты в соответствии с действующими ГОСТами и методы учета круглых лесоматериалов.

2.8.2 Задачи работы:

1. Изучить делить древесный ствол на сортименты в соответствии с действующими ГОСТами
2. Научиться определять объем круглых лесоматериалов разными методами

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.8.4 Описание (ход) работы

По данным пороков устанавливается длина деловой части ствола.

Разделка ствола на более «ходовые» и ценные сортименты проводится в соответствии с ГОСТом 9463-88 «Лесоматериалы круглые хвойных пород» (приложение 18, 19). При этом число сортиментов (бревен) должно быть кратным длине деловой части ствола. Учитывая региональные особенности в потреблении круглого леса, следует ориентироваться на следующие сортименты:

- пиловочник для выработки пиломатериалов общего назначения;
- лесоматериалы для строительства (стройлес);
- лесоматериалы для вспомогательных и временных построек (подтоварник).

Вид сортимента устанавливается по длине, толщине в верхнем торце без коры и сорту лесоматериала, который, в свою очередь, определяется по соответствию параметров имеющихся (фиксированных) на высотах ствола пороков нормированной (допустимой) величине по ГОСТу 2140-81 (приложение 20). Неделовая часть ствола относится к дровам, которые учитываются в коре.

Объем сортиментов определяется следующими способами:

1) по сложной формуле Губера, путем набора объема сортиментов по секциям из задания 1.1;

2) по простой формуле срединного сечения Губера, т.е. через срединный диаметр бревна (d_{cp}):

$$V = \gamma_b \cdot L_b, \quad (2.1)$$

где γ_b – площадь срединного сечения бревна, а L_b – длина бревна;

3) по простой формуле концевых сечений (d_n и d_b) Смалиана, т.е. через средний диаметр бревна $d_{cp} = (d_n + d_b) / 2$, тогда

$$V = (g_n + g_b) / 2 \cdot L_b; \quad (2.2)$$

4) по таблицам объёмов круглых лесоматериалов ГОСТа 2708-75 по длине и верхнему торцу бревна (приложение 21). Вершинные лесоматериалы, имеющие сбег больше 2 см/м, учитываются по таблицам, дополняющим основной ГОСТ (приложение 22). Установленные объёмы по способам учета 2, 3, 4 каждого сортимента (бревна) сравниваются с объемом, полученным по первому способу, который принимается как истинное значение за 100%. Это касается разделки ствола и методов поштучного учета отдельных бревен.

Следует знать, что в плотной мере учитываются деловые сортименты длиной более 2-х метров (кроме специальных сортиментов), а при меньшей длине – в складочной мере

($V_{\text{скл}}$) с переводом в плотную меру:

$$V = V_{\text{скл}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.3)$$

где $K_{\text{п}}$ - коэффициент полндревесности – отношение объема древесины в плотных кубометрах к его складочному объему. А объем в складочной мере определяется как произведение ширины (a), длины (b) и высоты (h) штабеля:

$$V_{\text{скл}} = a \cdot b \cdot h. \quad (2.4)$$

Коэффициенты полндревесности $K_{\text{п}}$ принимаются как нормативные по ГОСТу 9463-88 или, в случаях разногласия поставщика и потребителя, устанавливаются экспериментально. Фактический $K_{\text{п}}$ устанавливают делением суммы протяжения торцов лесоматериалов ($l_{\text{т}}$) по длине диагонали на всю длину диагонали ($l_{\text{об}}$) очерченного контура штабеля прямоугольной формы:

$$K_{\text{п}} = l_{\text{т}} : l_{\text{об}}. \quad (2.5)$$

Кроме того, нужно знать как устанавливается объем круглых лесоматериалов на лесосеках и уложенных в штабеля, т.е. при массовом отпуске леса.

Для этого проводится расчет кубатуры 2-х штабелей по исходным данным приложения 2. Для заданной длины бревен по каждой группе диаметров из таблицы ГОСТа 2708-75 (приложение 21) выписываются объемы одного бревна каждой градации. Сумма произведений этих объемов на соответствующее число бревен каждой градации дает объем штабеля в кубометрах.

Весовой метод определения объема лесоматериалов базируется на показателях плотности и влажности (%) древесины. Разделив массу (кг, т) на плотность (кг/м^3 , т/м^3) получаем объем древесины в плотной мере [1,18].

2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа)

Тема: Определение объема ствола растущего дерева.

2.9.1 Цель работы: научиться определять объем ствола растущего дерева различными способами

2.9.2 Задачи работы:

1. Изучить особенности определения объема ствола растущего дерева
2. Определить объем ствола по формулам

2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.9.4 Описание (ход) работы

Объем ствола растущего дерева практически невозможно определить по секционным формулам. Поэтому используют математические зависимости объема стволов от их размеров и коэффициентов формы или видовых чисел, определяемых эмпирически или приближенно по другим признакам (полнота стояния деревьев, протяженность крон, глазомерная оценка формы стволов). Установленный объем ствола срубленного дерева в коре по сложной формуле Губера принимается за 100% и сравнивается с объемами ствола, полученными по формулам для стоящих деревьев.

1. Основная формула: $V = g_{1,3} \cdot f \cdot h$.

2. Формула Б.А. Шустова: $V = 0,534 \cdot q_2 \cdot d_{1,3}^2 \cdot h$, (1.35)

в которой q_2 принимается условно равным вычисленному значению в задании 1.2 (формула 1.18).

3. Формула Н.Н. Дементьева: $V = d_{1,3}^2 \cdot (h \pm k) / 3$ (1.36)

при $q_2 = 0,65$, где $d_{1,3}$ в метрах, k - поправка на изменение $q = 0,05$.

Если $q_2 = 0,70$, то $k = + 3$ м, если $q_2 = 0,60$, то $k = - 3$ м.

4. Формула Денцина: $V = 0,001 \cdot d_{1,3}^2$, (1.37)

где $d_{1,3}$ принят в сантиметрах.

Выведенный для сосны при $h = 30$ м, для $h > 30$ м на каждый метр добавляется объем

на 3%, а при $h < 30$ м объем ствола соответственно уменьшается на эту величину.

По данным нашего расчета:

$$V = 0,001 \cdot d_{1,3}^2 \cdot (30 - h) \cdot 0,03. \quad (1.38)$$

5. Формулы академика Н.П. Анучина:

$$\text{сосна} - V = d_{1,3}^2 (0,31h + 1,0); \quad (1.39)$$

$$\text{ель} - V = d_{1,3}^2 (0,31h + 1,4), \quad (1.40)$$

где $d_{1,3}$ в метрах.

$$6. \text{ По формуле } V = g_{1,3} (h + 3) \cdot f_3, \quad (1.41)$$

где f_3 - эмпирическое видовое число:

для светолюбивых пород - 0,40;

для теневыносливых - 0,42.

7. Объем ствола по объёмным (массовым или разрядным) таблицам по $d_{1,3}$ и h дерева.

Полученные данные вносятся в форму, выдаваемую преподавателем. Вычисленные объемы по указанным формулам сравниваются и оцениваются в процентах с объемом ствола, который определен по сложной формуле Губера (задание 1.2). При этом условно принимаем, что сначала объем ствола определялся у растущего, а затем (после рубки) – у срубленного дерева.

Лабораторная работа №10 (2 часа)

Тема: Определение объема хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров.

2.10.1 Цель работы: научиться определять объем хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров

2.10.2 Задачи работы:

1. Изучить особенности круглых лесоматериалов
2. Определить объем хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров по вариантам

2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.10.4 Описание (ход) работы

Студенты определяют:

1. объем хлыстов;
2. объем жердей;

Заготовка, трелевка и транспортировка заготовленной на лесосеках древесины к пунктам реализации или потребления осуществляется сортиментами, стволами без сучьев, деревьями с кроной.

Очищенный от сучьев ствол поваленного дерева, без корневой части и вершины называют **хлыстом**.

С теоретической точки зрения объем хлыстов, как и объем сортиментов достаточно точно учитывается по рассмотренным в предыдущем задании математическим формулам, однако это трудоемкие методы.

В практической деятельности объем хлыстов определяют в соответствии с ОСТом 13-232-87 «Хлысты древесные. Методы поштучного измерения и таблицы объемов». Объем хлыстов определяют по данным таблиц по диаметру, измеренному на 1,3 м от комлевого торца с градацией в 2 см при $d_{ср} < 20$ см и 4 см при $d_{ср} > 20$ см и объемной таблице установленного разряда высот, соответствующей длинам хлыстов. Разряд высот хлыстов (подобно объемным таблицам) устанавливают по 5 замерам диаметров и длин хлыстов в 3-х наиболее представленных ступенях толщины.

При учете 100 и более хлыстов определение объема допускается проводить по диаметрам комлевых торцов. В этих случаях диаметры комлей хлыстов переводят в диаметры на 1,3 м по переводным коэффициентам, т.е. по соотношению диаметров на высоте 1,3 м от комлевых диаметров по фактическим замерам не менее чем у 20 хлыстов.

2.11 Лабораторная работа №11 (2 часа)

Тема: Определение объема хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров.

2.11.1 Цель работы научиться определять объем хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров

2.11.2 Задачи работы:

1. Изучить особенности круглых лесоматериалов
2. Определить объем хлыстов, жердей, хвороста, хмыза и дров по вариантам

2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.11.4 Описание (ход) работы

Студенты определяют:

1. объем хвороста (очищенного и неочищенного), хмыза и дров-топорника;
2. объем поленницы в складочной мере (произведение ширины, длины и высоты); по параметрам поленьев (длина, порода, круглые или расколотые), устанавливается коэффициент полндревесности поленницы;
3. объем поленницы в кубометрах.

Значительный удельный вес в объемах заготовленной лесопродукции при рубках ухода составляют жерди, относящиеся к категории круглых лесоматериалов и по своему габитусу представляют собой хлысты тонкомерного леса ($d_{1,3} = 6-12$ см). **Жерди** – очищенные от сучьев и обезвершиненные стволы деревьев, имеющие длину 3-6,5 м и диаметры в верхнем торце: для хвойных пород – 3-5 см, для лиственных – 3-7 см, с градацией в 1 см. Качество и учет жердей определяется по ОСТу 13-5-77 «Лесоматериалы круглые. Жерди хвойных и лиственных пород. Технические условия».

Объем жердей (подобно объемам круглых лесоматериалов – ГОСТ 2708-75) определяется путем обмера длины и диаметра в верхнем торце без коры и специальной таблицы указанного ОСТа. Для этого следует пользоваться приложением 27.

Существуют и другие методы определения объема жердей: по срединному диаметру; по диаметру на 1 м от комля; по диаметрам в комлевом торце [13].

Жерди уложенные в кучи «геометрической формы» могут быть учтены в складочной мере с переводом в кубометры через коэффициенты полндревесности.

В этом задании необходимо определить объем жердей при поштучном отпуске согласно исходных данным помещенным в приложении 4.

Следующей, более низкой категорией заготовленной продукции, обычно при проведении осветлений является **хворост**. Это мелкие по размерам стволы деревьев и кустарников, пригодные для поделочных и строительных целей (колья, плетеные изгороди и т.п.). Хворост может делиться на деловой (колья, коротье и др.) и дровяной; очищенный и неочищенный.

Самой низкой категорией древесной продукции при проведении рубок ухода и реконструкции насаждений является **хмыз**. Это еще меньшие размеры стволиков, пригодные, например, для топлива и плетения корзин.

Объем хвороста и хмыза учитывается в складочных кубометрах, затем по нормативным или установленным при приемке коэффициентам полндревесности он переводится в кубометры. В ряде случаев коэффициент полндревесности устанавливают экспериментальным путем.

Учет дров. Технические условия на заготовку и учет дров определены ГОСТ 3243-88 «Дрова. Технические условия». Объем дров длиной более 3 м (дрова-долготье) и дрова-коротье длиной до 3 м, которые отпускаются поштучно, определяют по ГОСТ 2292 и ГОСТ 2708-75, как и объем круглых деловых сортиментов. Дрова могут быть как в коре, так и без коры.

Дрова длиной до 3 м, уложенные в штабеля (при отпуске в круглом виде) и

поленицы, учитываются в складочной мере с переводом в кубометры через соответствующие нормативные коэффициенты полндревесности, которые приведены в ГОСТ 3243-88.

2.12 Лабораторная работа №12 (2 часа)

Тема: Определение объема пиломатериалов.

2.12.1 Цель работы: научиться определять объем пиломатериалов

2.12.2 Задачи работы:

1. Изучить виды пиломатериалов
2. Определить объем пиломатериалов

2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.12.4 Описание (ход) работы

Студентам необходимо:

- 1) определить объем партии необрезных досок по сумме объемов штабелей;
- 2) определить объем партии необрезных досок при поштучном учете;
- 3) установить объем необрезных досок разных параметров сложенных в пакеты с использованием коэффициентов плотности укладки.

Пиломатериалами называют продукцию, получаемую при продольной распиловке круглых лесоматериалов.

Наиболее распространенные пиломатериалы это доски, которые делятся на обрезные и необрезные.

Объем обрезных пиломатериалов, в том числе и досок, (V) имеющих правильную геометрическую форму определяют как произведение ширины (S), толщины (t) и длины (L):

$$V = S \cdot t \cdot L. \quad (2.6)$$

В производственных условиях процедура этих вычислений исключается путем использования для этих целей специальных таблиц объемов обрезных пиломатериалов для разных по ширине и толщине размеров на 1 м их длины или для всех стандартных длин (ГОСТ 5306-83).

Необрезные доски учитываются в соответствии с ОСТом 1324-86 в кубометрах (до 0,001) по толщине, ширине, длине и количеству. При влажности древесины более 20% на усушку доски по ширине применяют поправочные коэффициенты: для хвойных пород - 0,96, для лиственных - 0,95.

Существуют три способа учета: пакетный, поштучный и способ выборки.

При поштучном учете объем необрезных пиломатериалов определяют по общей формуле (2.6), но ширину (S_{cp}) находят как полусумму верхней (S_v) и нижней (S_n) пластей на середине пиломатериалов: $S_{cp} = (S_v + S_n) / 2$.

Срединное значение ширины необрезных пиломатериалов может быть заменено на среднее значение, которое определяется как полусумма верхнего и нижнего торцов.

При пакетном способе сначала определяется складочный объем ($V_{п.скл.}$) досок в пакете:

$$V_{п.скл.} = S_{п.} \cdot l_{п.} \cdot h_{п.}, \quad (2.7)$$

где $S_{п.}$ – ширина, $l_{п.}$ - длина, $h_{п.}$ - высота пакета, уменьшенная на сумму толщин прокладок (m).

Объем пакета в плотной мере ($V_{п.}$) определяется умножением $V_{п.скл.}$ на коэффициент плотности укладки ($K_{п.у.}$), значения которых берутся из ОСТа 13-24-86 в зависимости от размеров досок и влажности древесины по группам пород:

$$V_{п.} = V_{п.скл.} \cdot K_{п.у.}$$

2.13 Лабораторная работа № 13 (2 часа)

Тема: Определение таксационных показателей насаждений.

2.13.1 Цель работы: научиться определять таксационные показатели насаждений

2.13.2 Задачи работы:

1. Изучить таксационные показатели насаждений
2. Определить таксационные показатели насаждений по вариантам

2.13.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.13.4 Описание (ход) работы

При таксации по происхождению выделяют естественные, искусственные, семенные и порослевые насаждения. Это связано с различием в росте и возобновлении древесных пород, что обуславливает необходимость применения разных методов таксации и мер хозяйственного воздействия.

Форма насаждений характеризует вертикальное расположение деревьев по высоте и кроне. По форме насаждения делятся на простые – одноярусные и сложные многоярусные. Ярус – совокупность деревьев части древостоя, образующая определенный полог в составе насаждения.

В ярусы выделяют части насаждений, имеющие различия в средних высотах на 20% (от высоты основного полога) при относительной полноте не менее 0,3 и запасе 30 м³/га и более. Ярус, имеющий наибольший запас, называют основным, остальные – второстепенными.

Разновозрастные древостои с невыраженной ярусностью таксируются по поколениям леса или условно выделяемым возрастным группам.

Состав насаждения – это перечень древесных пород с указанием доли участия каждой из них в общем запасе древостоя или яруса. Насаждения, состоящие из одной древесной породы, называют чистыми, из нескольких – смешанными.

Состав характеризуется формулой, в которой дается краткие обозначения и доля участия каждой древесной породы в общем запасе насаждения. Доля участия выражается целыми числами от 1 до 10, что соответствует 10 и 100%.

Например, насаждение, состоящее из сосны – 240 м³/га и березы – 60 м³/га, характеризуются формулой состава – 8С2Б (береза – 60:300 = 2 ед.; сосна – 240:300 = 8 ед.).

Для основных лесообразующих древесных пород приняты следующие обозначения: сосна – С, лиственница – Л, ель – Е, береза – Б, осина – Ос, тополь – Тп и т.д. Долю участия породы в общем запасе древостоя равную 3-5% записывают в формулу состава со знаком «+» (8С2Б+Ос), а до 2% - со знаком «ед» (8С2БедОс).

При таксации следует выделять главную и преобладающую породу. Главной считается порода, которая отвечает целям хозяйства, т.е. имеет большее хозяйственное значение.

Древесная порода, представленная в насаждении большей долей по запасу, называется **преобладающей**. Ее обозначение в формуле состава ставится на первом месте.

В сложных смешанных насаждениях с долей участия древесных пород менее 4 единиц (40%) на первое место в формулу записываются древесные породы со сходными биологическими признаками (2Е2П2С2Б2Ос). При этом главной породой следует считать хозяйственно-ценную породу, имеющую наибольший запас, а при равных запасах – имеющую большую хозяйственную ценность. Преобладающей породой указывается главная при ее участии в составе от 4 единиц и более, а в молодняках от 3 единиц и более.

Возраст древостоя – один из определяющих показателей характеристики древостоев. Его применяют для нахождения класса бонитета, при составлении лесотаксационных нормативов и пользовании таблицами хода роста, определении сроков

для назначения хозяйственных мероприятий по уходу за лесом, главной рубки и т.п. Естественные древостои при длительном цикле возобновительного процесса состоят из деревьев, как правило, разного возраста, а искусственные древостои, созданные посадкой леса, состоят из деревьев преимущественного одного возраста (за исключением проводившихся длительное время дополнений).

Древостои, у которых различие в возрасте отдельных деревьев не превышает 1 класс для молодняков и 2 класса возраста для приспевающих и спелых древостоев, называют одновозрастными, при большей величине – разновозрастными.

Преобладающим, называют возраст большей части деревьев.

Средний возраст ($A_{\text{ср.}}$) – показатель характеризующий, возраст древостоя в целом.

Средняя величина возраста, как и диаметра, в зависимости от поставленных целей и задач, определяется разными способами по элементам леса, ярусам или поколениям леса. Возрастом древостоя в целом считается возраст преобладающего элемента леса основного яруса.

Среднеарифметический возраст:

$$A_{\text{ар.}} = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) / n. \quad (3.1)$$

Среднеарифметический взвешенный по числу деревьев в ступени (классе) толщины:

$$A_{\text{ар.}} = (a_1 n_1 + a_2 n_2 + \dots + a_n n_n) / N, \quad (3.2)$$

где, a_1, \dots, a_n – возрасты всех или части учтенных деревьев, n_1, \dots, n_n – число деревьев по ступеням или классам толщины, N – общее число учтенных деревьев.

Возрастная характеристика основного показателя – запаса древостоя более точно определяется по среднему возрасту «взвешенному» через объем или площадь сечения ($g_{1,3}$) каждого учтенного дерева или совокупности учтенных деревьев, сгруппированным по группам или ступеням толщины:

$$A_{\text{ср.г.}} = (a_1 g_1 n_1 + a_2 g_2 n_2 + \dots + a_n g_n n_n) / (g_1 n_1 + g_2 n_2 + \dots + g_n n_n), \quad (3.3)$$

где a_1, a_2 – возрасты деревьев, g_1, n_1 и т.д. – площади поперечных сечений деревьев по перечету для тех групп или ступеней, в которых устанавливался возраст.

Если возраст деревьев определен по модельным или учетным деревьям, взятым пропорционально их количеству в каждой ступени толщины, то средний возраст определяется через объем (V) или площадь сечения только этих деревьев, например:

$$A_{\text{ср.в.}} = (a_1 V_1 + a_2 V_2 + \dots + a_n V_n) / (V_1 + V_2 + \dots + V_n), \quad (3.4)$$

где V_1, \dots, V_n – объем модельных деревьев в коре. В древостоях с высотой 15 м и более объем (V) может заменяться на площадь сечения (g).

Возраст деревьев определяется при перечисленной таксации по модельным или учетным деревьям. При глазомерно-измерительной таксации средний возраст древостоя устанавливается с использованием возрастного бурава и глазомерно. Для глазомерного определения возраста отдельных деревьев, кроме систематической тренировки «глазомера» по данным срубленных деревьев, существуют придержки основанные на таксационно-морфологических признаках (размер деревьев и крон, строение и цвет коры, прирост по высоте и др.).

При таксации насаждений методом закладки круговых реласкопических площадок (по полнотомеру Биттерлиха и призме Н.П. Анучина) средний возраст элемента леса $A_{\text{ср.}}$ можно определить как средневзвешенный через возраст (A_1, A_2 и т.д.) и площадь поперечных сечений отдельных площадок ($G_1 G_2$ и т.д.):

$$A_{\text{ср.}} = (A_1 G_1 + A_2 G_2 + \dots + A_n G_n) / (G_1 + G_2 + \dots + G_n), \quad (3.5)$$

где вторая часть формулы – сумма площадей сечений на всех площадках.

Подобным образом определяется средний возраст в многоярусных и разновозрастных насаждениях, где таксация проводится по ярусам или по поколениям леса.

При производственной таксации леса средний возраст определяется с дробностью в полкласса возраста.

По среднему возрасту древостоя устанавливается класс возраста. Для хвойных и твердолиственных пород класс возраст принят в 20 лет, а кедра в 40 лет, для мягколиственных – в 10 лет и 5 лет быстрорастущих пород. Класс возраста обозначается «римскими» цифрами. Например, березовое насаждение со средним возраст до 10 лет относится к I классу возраста, 11-20 лет ко II и т.д.

В многоярусных или разновозрастных насаждениях средний диаметр является одним из определяющих показателей, характеризующих размерность деревьев по толщине. По способам определения различают среднеарифметический ($D_{ар.}$) и «таксационный» (D_T) диаметры.

При непосредственном измерении диаметров на 1,3 м у всех деревьев определяется средний арифметический диаметр как частное от деления сумма всех диаметров ($d_{1,3}$) деревьев на их количество (n):

$$D = (d_1 + d_2 + \dots + d_n) / n. \quad (3.6)$$

При пересчете деревьев по ступеням толщины определяют средневзвешенный арифметический диаметр:

$$D_{взв.} = (d_1 n_1 + d_2 n_2 + \dots + d_n n_n) / N, \quad (3.7)$$

где d_1, \dots, d_n и n_1, \dots, n_n – диаметры ступеней толщины и соответствующее им количество растущих деревьев по пересчету, а N – сумма деревьев по всем ступеням толщины.

Таксационный диаметр (D_T) устанавливается через площадь сечения среднего дерева ($g_{ср.}$). Для этого находится сумма площадей сечений стволов на пробной площади путем суммирования произведений площади сечения (g) каждой ступени толщины на число стволов в ступени (n).

А частное от деления суммы площадей сечений всех деревьев по ступеням толщин на их общее число по пересчету дает площадь сечения среднего дерева:

$$g_{ср.} = (g_1 n_1 + g_2 n_2 + \dots + g_n n_n) / (n_1 + n_2 + \dots + n_n) \quad (3.8)$$

Используя таблицы площадей сечений для разных величин диаметров (приложение 12) или формулу площади круга находят таксационный диаметр (D_T) насаждения или его частей. Средний диаметр древостоя (яруса) определяется как среднеарифметическое из средних диаметров составляющих его элементов леса. При производственной таксации средний диаметр отдельных элементов леса определяется визуально или как средняя величина по измерениям диаметров близких к среднему.

2.14 Лабораторная работа № 14 (2 часа)

Тема: Определение таксационных показателей насаждений.

2.14.1 Цель работы: научиться определять таксационные показатели насаждений

2.14.2 Задачи работы:

1. Изучить таксационные показатели насаждений
2. Определить таксационные показатели насаждений по вариантам

2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.14.4 Описание (ход) работы

По предложенным вариантам студентами определяется абсолютная и относительная полнота пробной площади при перечислительной таксации.

Средняя высота древостоев определяется для элемента леса, если доля участия его в общем запасе древостоя составляет 3 единицы и более.

По способам исчисления различают среднюю арифметическую ($H_{ар.}$), таксационную (H_T) средневзвешенную высоту (H_g), определяемую через площадь сечения учтенных деревьев по формуле Лорея (XIX в.).

Если обмер высоты проведен у всех учтенных деревьев (или у большинства), то определяют среднюю арифметическую высоту:

$$H_{ap} = (h_1 + h_2 + \dots + h_n) / n, \quad (3.9)$$

где, h_1 и h_n соответственно высоты учтенных деревьев.

При сплошном перечете с частичными замерами высот по ступеням толщины определяется средняя взвешенная арифметическая:

$$H_{ap.взв.} = (h_1 n_1 + h_2 n_2 + \dots + h_n n_n) / N. \quad (3.10)$$

Средняя высота по формуле Лореса учитывает «вес» высот через площадь сечения деревьев:

$$H_g = (h_1 g_1 n_1 + h_2 g_2 n_2 + \dots + h_n g_n n_n) / (g_1 n_1 + g_2 n_2 + \dots + g_n n_n), \quad (3.11)$$

где $g_1 n_1, \dots, g_n n_n$ - площади сечений деревьев по ступеням толщины. Вторая часть формулы – сумма площадей сечений древостоя дальше обозначена как G_d .

Таксационная высота (H_T) определяется через средний таксационный диаметр D_T по кривой высот, которая характеризует изменение высот деревьев в зависимости от их диаметра. Для этого на миллиметровой бумаге строится график высот, где по оси абсцисс откладываются диаметры, а по оси ординат – высоты обмеренных деревьев.

При большом количестве замеров высот (более 15 шт.) предварительно проводят группировку обмеренных деревьев по ступеням толщины с вычислением по ним средних диаметров и средних высот. Полученные точки на графике (с обозначением количества деревьев) соединяются отрезками прямых линий, а затем выравняются кривой линией с учетом веса наблюдений, таким образом, чтобы она «отсекала» вниз и вверх примерно равные площади от ломаной линии. По оси абсцисс откладывается значение среднего диаметра (D_T). Из этой точки восстанавливается перпендикуляр до пересечения с кривой высот. Затем на оси ординат снимается значение средней «таксационной» высоты с точностью до 0,1 м.

В вопросах определения средних диаметров и высот древостоев разными способами важно знать не только математическую сущность выполняемых расчетов, но в большей мере понять их смысловое назначение. В зависимости от цели, заданной точности применяется тот или иной способ расчета средних показателей древостоев.

В данном случае средние значения диаметров и высот древостоев должны обеспечить достаточно точные параметры в нахождении среднего дерева по размеру, а следовательно и по объему. Это является основой теоретических принципов и практических расчетов в разработке достаточно точных и менее трудоемких методов определения запаса древесины на корню.

Полнота насаждений – характеризует степень занятости площади древостоя деревьями, т.е. это плотность стояния деревьев.

Сумму площадей поперечных сечений деревьев на высоте груди всего древостоя или элементов леса в m^2 на 1 га называют абсолютной полнотой.

Полнота, определенная для всех элементов насаждения называется общей, а раздельно-частной.

Предельно плотное (сомкнутое) стояние деревьев образует нормальное, т.е. эталонное насаждение характеризующей относительной полнотой 1,0, все другие насаждения – в долях единицы.

По определению профессора М.М. Орлова (1929) нормальными называют насаждения, которые при данной форме породы, возрасте и условий произрастания являются более совершенными, т.е. когда факторы природных условий использованы в наибольшей степени. В общем виде это идеально-полные насаждения, в котором не должно быть ни одного «лишнего» и ни одного «недостающего» дерева.

Относительная полнота (Π) насаждения – это отношение абсолютной полноты элемента леса (G) к сумме площадей поперечных сечений на 1 га нормального (G_n), т.е. предельного сомкнутого насаждения, соответствующего элемента леса и записывается с точностью 0,01:

$$\Pi = G(m^2/га) : G_n(m^2/га). \quad (3.12)$$

Относительная полнота устанавливается отдельно по каждой древесной породе. Площадь поперечных сечений G на 1 га определяется как частное от деления площади поперечных сечений всех деревьев по перечету на таксируемом участке в пределах элемента леса на площадь этого участка (S):

$$G = g_n / S. \quad (3.13)$$

Площадь поперечных сечений стволов нормального насаждения G_n берут из стандартной таблицы полнот и запасов или таблиц хода роста нормальных насаждений по соответствующей вычисленной средней высоте. Стандартные таблицы содержат данные об изменении площади поперечных сечений (m^2) и общих запасов (m^3) и видовых высот (H_f) в зависимости от средней или верхней высоты нормальных (предельно сомкнутых) древостоев.

Общую полноту насаждения получают путем суммирования частных относительных полнот элементов леса ($P_{общ} = P_1 + \dots + P_n$).

Абсолютная полнота при глазомерно-измерительной таксации определяется с использованием полнотомера В. Биттерлиха или призмы Н.П. Анучина. Эти методы определения полноты древостоя рассматриваются в лабораторной работе 7. Визуальное определение относительной полноты производится путем зрительного восприятия и сравнительной глазомерной оценки таксируемого древостоя со стереотипом нормального древостоя, (по плотности стояния, сомкнутости и др.) Это достигается тренировкой глазомера в процессе тренировок на пробных площадях.

Бонитет насаждения – это продуктивность насаждения в конкретных условиях местопроизрастания, выражаемая его высотой (средней или верхней) в определенном среднем возрасте преобладающей породы, т.е. это оценка качества добротности условий роста леса.

Бонитет насаждения характеризуется классами – пятью основными (I, II, III, IV, V) и четырьмя дополнительными (Ia, Ib, Va, Vb) и определяется по общепониманной шкале профессора М.М. Орлова (1911) или по местным, т.е. региональным шкалам.

Бонитировочные шкалы составлены отдельно для насаждений разного происхождения, поскольку интенсивность роста семенного и порослевого происхождения различна. По вычисленным средним высотам и возрасту древостоя используя приложение 34, находят класс бонитета древостоя.

Тип леса – участок леса, характеризующийся общностью лесорастительных условий (комплексом климатических, гидрологических и почвенных факторов), одинаковым составом древесных пород и других видов растительности, требующих одних и тех же лесохозяйственных мероприятий. Тип леса устанавливается в натуре по преобладающей породе, почвенно-грунтовым условиям с учетом напочвенного покрова и других критериев путем сравнения фактической характеристики насаждения с принятой для региона типологической классификацией.

При значительном количестве типов леса в практике таксации леса и лесоустройства они объединяются по сходству основных характеристик в группы типов леса.

Класс товарности – показатель, характеризующий в количественной или относительной мере качественное состояние древесного запаса в получении товарной продукции.

По товарности, исходя из выхода деловой древесины или соотношения деловых и дровяных стволов хвойные насаждения, кроме лиственницы, делятся на 3, а лиственные – на 4 класса товарности.

Класс товарности определяется для каждого элемента леса насаждений припевающего и старшего возраста.

Класс товарности пробной площади каждого варианта устанавливается по проценту числа и объема деловых деревьев при выполнении задания 3.2.

Подрост и подлесок являются составной частью насаждения, наличие которого предопределяет успешность смены старого поколения леса молодым.

Подрост – молодое поколение древесных растений под пологом древостоев, на вырубках и гарях, которое способно сформировать древостой. Его высота принимается не более 1/4 высоты древостоя.

Подлесок – совокупность кустарников и реже - древесных пород, произрастающих под пологом насаждений, на гарях и вырубках, но не способных сформировать древостой в определенных условиях произрастания.

При таксации насаждений учитывается подрост глазомерно или путем закладки учетных площадок. Подрост оценивается по состоянию, средней высоте и возрасту, количеству на 1 га и размещению на площади каждой породы.

Для подлеска определяют: приоритет подлесочных пород, среднюю высоту и количество штук на 1 га.

2.15 Лабораторная работа №15 (2 часа)

Тема: Определение древесного запаса по модельным деревьям и объемным таблицам.

2.15.1 Цель работы: научиться определять запас древостоя перечислительными методами

2.15.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть запас древостоя как интегральный оценочный показатель
2. Изучить методы его определения
3. Вычислить запас древостоя по модельным деревьям и при помощи объемных таблиц

2.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. сортиментные и товарные таблицы

2.15.4 Описание (ход) работы

Перечислительные методы

Способ модельных деревьев. Модельное дерево – это среднее, т.е. типичное по своим размерам (диаметр, высота) и форме ствола дерево таксируемого элемента леса, либо среднее для отдельных групп и ступеней толщины.

При строго среднем по объему дереве ($V_{\text{ср.}}$) запас (M) рассчитывается по числу стволов по перечету деревьев (N):

$$M = V_{\text{ср.}} \cdot N. \quad (3.14)$$

Поскольку выбор среднего дерева по диаметру и высоте древостоя в натуре не всегда обеспечивается абсолютно точно, то вводится поправка на количество деревьев в соответствии с площадью сечения модельного дерева на высоте 1,3 м:

$$N = G_d / g_{\text{ср.м}}, \quad (3.15)$$

где - G_d – сумма поперечных сечений всех растущих деревьев древостоя по перечету (м^2), $g_{\text{ср.м}}$ – площадь сечения среднего модельного дерева выбранного в натуре (м^2).

Тогда запас по средней модели определится:

$$M = V_{\text{ср.м}} \cdot (G_d / g_{\text{ср.м}}). \quad (3.16)$$

Запас древостоя элемента леса по одному среднему дереву определяется иногда с большими погрешностями, поскольку сложно подобрать дерево которое одновременно было бы средним по H , D и f . Поэтому запас древостоя определяют обычно по 3 модельным деревьям:

$$M = (V_1 + V_2 + V_3) \cdot G_d / (g_{\text{м1}} + g_{\text{м2}} + g_{\text{м3}}), \quad (3.17)$$

где $(V_1 + V_2 + V_3)$ – сумма объемов модельных деревьев (м^3) обозначим ее как $\sum V_{\text{м}}$,

$(g_{m1} + g_{m2} + g_{m3})$ - сумма площадей поперечных сечений моделей на 1,3 м (m^2), которую обозначим как $(\sum g_m)$. Тогда в общем виде:

$$M = \sum V_m \cdot C_d / g_m. \quad (3.18)$$

Формула является базовой в расчетах запаса по модельным деревьям с разным количеством и отбором. Этот способ не достаточно точен в определении общего запаса и, особенно, его качественной структурой.

Способ средней модели является основой в разработке более точных способов.

Способ средней модели по классам, имеющим одинаковое число деревьев, заключается в разделении всего перечета деревьев на классы, группы с одинаковым числом. В каждом классе (обычно около 5) находятся расчетные диаметры и высоты модельных деревьев, по которым в натуре находятся модельные деревья. Объемы по классам толщины определяется описанным способом средней модели, а их сумма дает общий искомый запас древостоя.

При этом способе важно правильно и с равным количеством деревьев сформировать из смежных ступеней классы, найти расчетные и фактические размеры моделей. Этот метод предусматривает рубку моделей из разных ступеней толщины, что увеличивает точность в определении общего запаса и позволяет получить информацию о сортиментной структуре древесного запаса. Однако при этом способе не учитывается доля («вес») деревьев в составе перечета по ступеням толщины.

Способ пропорционально-ступенчатого представительства является более совершенной модификацией предыдущего, при котором учитываются особенности распределения деревьев по ступеням толщины. При этом способе модели берутся почти от всех ступеней толщины, пропорционально числу деревьев (например, 5%). При этом крайние ступени при малом числе деревьев по перечету объединяются в классы.

Способ определения запаса по моделям, взятым по ступеням толщины, применяется в таксационной практике, чтобы избежать в лесу громоздких расчетов, связанных с определением размеров моделей по отдельным классам. Для каждой ступени толщины выбирают по 2-3 модели, по которым определяется запас древесины способом средней модели. Запас в каждой ступени толщины определяют как:

$$M_{ст} = \sum V_{м.ст} \cdot \sum g_{ст} / \sum g_{м.ст}, \quad (3.19)$$

где $V_{м.ст}$ – сумма объемов модельных деревьев в ступени толщины.

Запас древостоя складывается из запасов по ступеням толщины:

$$M = M_1 + M_2 + \dots + M_n. \quad (3.20)$$

В практике процедура расчетов запасов ведется сразу для всего древостоя по базовой формуле (3.18).

Способ учетных деревьев основан на методах случайной выборки. Отбор деревьев ведется «механическим» путем, например 5 или 10-е дерево в каждой ступени толщины в процессе перечета из числа растущих деревьев. При этом исключается возможность в «субъективном» подходе к отбору деревьев. Но число срубаемых деревьев, по сравнению со способами модельных деревьев, при одинаковой точности в определении запаса увеличивается в 1,3-2 раза. Запас определяется с использованием базовой формулы:

$$M = V_{уч.дер.} \cdot G_d / \sum g_{уч.дер} \quad (3.21)$$

где обозначения модельных деревьев заменены на учетные.

2.16 Лабораторная работа №16 (2 часа)

Тема: Определение древесного запаса по модельным деревьям и объемным таблицам.

2.16.1 Цель работы: научиться определять запас древостоя способами кривой и прямой объемов

2.15.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть запас древостоя как интегральный оценочный показатель
2. Изучить методы его определения

3. Вычислить запас древостоя по модельным деревьям и при помощи объемных таблиц

2.16.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. Турбо Таксатор. Демо - версия 6.1
3. сортиментные и товарные таблицы

2.16.4 Описание (ход) работы

Способ кривой и прямой объемов

Чтобы уменьшить количество срубаемых модельных или учетных деревьев, для определения общего древесного запаса применяют способы «сглаживания» или выравнивания значения объемов этих деревьев по ступеням толщины. Этот прием, подобно как и кривая высот, «нивелирует» разброс значений объемов моделей, полученный вследствие различий в расчетных и фактических размеров срубленных деревьев.

Способ кривой объемов Э. Шпейделя заключается в выравнивании объемов моделей, как обычно принимается, по ступеням толщины графическим методом. В этих целях на миллиметровой бумаге строится график зависимости объемов древесных стволов от их диаметров на 1,3 м. По оси абсцисс откладывают диаметры модельных деревьев, а по оси ординат – их объемы.

Масштаб принимается, исходя из размаха деревьев по толщине (в 1 см – 2 см или 4 см) и объему (в 1 см 0,1 или 0,2 м³). Точки на графике соединяются отрезками прямой линии с указанием по точкам количества моделей. Методом графической интерполяции ломаная линия выравнивается в плавную вогнутую кривую, соблюдая условие – чтобы площади треугольников сверху и снизу выровненной линии были примерно равными.

Выровненные значения объемов стволов по ступеням толщины (V_1, \dots, V_n) умножаются на число их число по перебору (n_1, \dots, n_n) и суммируются:

$$M = V_1 n_1 + \dots + V_n n_n. \quad (3.22)$$

Способ прямой объемов Р. Копецкого заключается в выравнивании объемов по прямой, поскольку объем ствола примерно с 8 см изменяется линейно в зависимости от площади поперечных сечений деревьев или квадратов диаметров. Поэтому по оси абсцисс откладываются не диаметры, а площади поперечных сечений модельных деревьев или их квадраты. Снятые с прямой объемы стволов по площадям сечений, соответствующим ступеням толщины, умножаются на их число и суммируются (формула 3.22).

Перевод криволинейных зависимостей в линейные проводится также с использованием других математических приемов, например, путем логарифмирования значений показателей.

Современные методы обработки материала с использованием ЭВМ достаточно точно устанавливают математические зависимости объема от объемообразующих признаков.

Определение запаса насаждений по объемным таблицам основано на данных сплошного или частичного перебора и закономерностей изменения высот деревьев по ступеням толщины каждого элемента леса. Первоначально устанавливают разряд объемных таблиц.

В практике разряд высот устанавливается в каждом таксационном выделе по ярусам и древесным породам на основании замеров высот у 3-х деревьев в каждой из трех центральных ступеней толщины. Если участие породы в составе не превышает 3 единицы, то обмеряют 5 деревьев этой породы в центральной ступени толщины. При помощи вспомогательной шкалы (таблицы) разрядов высот по данным ступеням толщины и их средних арифметических высот определяется разряд объемных таблиц.

Если замеры высот для преобладающей породы произведены у 10 или больше деревьев, отобранных по ступеням толщины, то строится график высот, отражающий

закономерности изменения высот деревьев по ступеням толщины. На миллиметровой бумаге по оси абсцисс откладываются диаметры, а по оси ординат – высоты деревьев. Средний разряд высот устанавливается как среднеарифметический из разрядов по всем или наиболее представленным ступеням толщины.

Нанесенные на график точки выравниваются плавной выпуклой кривой (параболические зависимости). Процедура выравнивания описана в вопросе «кривая объемов».

Из соответствующей графы объемной таблицы соответствующего разряда высот выписывают объемы стволов. Сумма произведений этих объемов (V) на число стволов (n) по ступеням толщины является запасом:

$$M = V_1n_1 + V_2n_2 + \dots + V_n n_n. \quad (3.23)$$

Запас, установленный по объемам стволов в коре, называют общим.

2.17 Лабораторная работа №17 (2 часа)

Тема: Глазомерно-измерительные способы определения древесного запаса.

2.17.1 Цель работы: научиться определять запас древостоя упрощенными способами

2.17.2 Задачи работы:

1. Изучить глазомерно-измерительные способы определения древесного запаса
2. Вычислить запас по формулам

2.17.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. Турбо Таксатор. Демо - версия 6.1
3. сортиментные и товарные таблицы

2.17.4 Описание (ход) работы

Перечисленные способы определения запаса насаждения не могут быть использованы для производственной таксации больших массивов леса. Поэтому применяют другие, менее трудоемкие, т.е. более упрощенные способы, основанные на взаимосвязи запаса древостоев, как и объемов стволов деревьев, от их таксационных показателей.

Базовая формула определения древесного запаса:

$$M = G \cdot H \cdot F, \quad (3.24)$$

где G – сумма площадей сечений (по $d_{1.3}$) деревьев на 1 га в m^2 ,

H – средняя высота, F – среднее видовое число древостоя.

При этом G устанавливают не по данным перечета, а дистанционным подсчетом площадей сечений с использованием специальных приборов-полнотометров (Биттерлиха, Н.П. Анучина) или путем закладки круговых пробных площадей постоянного радиуса. Значения F или $H \cdot F$ видовой высоты находят по специальным таблицам в зависимости от высоты древостоя (приложение).

Другая формула определения запаса:

$$M = M_n \cdot P, \quad (3.25)$$

где M_n – запас ($m^3/га$) нормального (эталонного) древостоя, а P – относительная полнота элемента леса для, которого определяется запас.

Величина M_n берется из таблиц хода роста нормальных (сомкнутых одновозрастных) древостоев, из стандартных (или местных) таблиц сумм площадей сечений и запасов насаждений при полноте 1,0. При достаточной тренировке при производственной таксации глазомерно полнота определяется с достаточной точностью.

В связи с вышеизложенным, древесный запас может определяться следующими упрощенными способами:

$$M = (H + 3) \cdot K, \quad (3.26)$$

где K – коэффициент равный 0,40 для светолюбивых и 0,42 - для теневыносливых пород.

По формулам Н.П. Анучина:

$$M = (1,2 + 0,4H) \cdot G \quad (3.27)$$

– для сосны, лиственницы, березы и осины;

$$M = (1,26 + 0,42H) \cdot G \quad (3.28)$$

– для ели, пихты, кедра;

По формулам Н.В. Третьякова:

$$M = 17,5(H-2) \cdot П \quad (3.29)$$

– для сосны;

$$M = 17,5(H-6) \cdot П \quad (3.30)$$

– для березы.

Полученные результаты в определении запаса древостоя по разным способам сравниваются с запасом, установленным по всем срубленным на пробе модельным или учетным деревьям.

2.18 Лабораторная работа №18 (2 часа)

Тема: Сортиментация леса по модельным и учетным деревьям.

2.18.1 Цель работы: научиться определять запас древостоя модельным и учетным деревьям

2.18.2 Задачи работы:

1. Изучить товарную структуру пробной площади
2. Определить запас деловой древесины по категориям крупности

2.18.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. Турбо Таксатор. Демо - версия 6.1
3. сортиментные и товарные таблицы

2.18.4 Описание (ход) работы

По данному заданию студенты определяют запас: деловой древесины по категориям крупности (крупная – $M_{кр.}$, средняя – $M_{ср.}$, мелкая – $M_{м.}$); дров ($M_{др.}$) и отходов ($M_{отх.}$) по всем учетным деревьям пробной площади соответствующего варианта.

Для этого берутся значения суммы площадей сечений всех растущих деревьев по перечету (G_d) пробной площади. Из приложения выписываются в выдаваемую преподавателем форму таблицы – «сортиментация древесного запаса» объемы деловой древесины по категориям крупности, объем дров и отходов для каждого дерева, которые затем суммируются по пробе. Устанавливается товарная структура пробной площади. Полученные составляющие на пробе переводятся на 1 га и выражаются в процентах от общего запаса.

Метод модельных деревьев основан на выборочном изучении свойств всей совокупности, т.е. древостоя. Модельные деревья должны быть типичными образцами, которые должны отражать качественные характеристики выхода конкретно определяемых сортиментов.

Точность сортиментации, в отличие от определения общего запаса по этому способу, в общей степени зависит от правильности выбора в натуре и качества срубаемых модельных деревьев, поскольку качество древесины изменяется в больших пределах, чем форма древесных стволов. Поэтому для сортиментации насаждений можно применить любой из способов определения общего запаса древостоя по модельным или учетным деревьям, кроме способа средней модели, которая характеризует средние размеры деревьев и не характеризует крайние ступени, т.е. всю сортиментную структуру древостоя.

Менее точные результаты получаются при методе классового представительства, более точные при рубке большего количества, взятых механическим отбором, из числа деловых и дровяных растущих, т.е. по учетным деревьям.

Принципиальная основа в установлении запаса сортиментов ($M_{\text{сорт}}$) это формула определения общего запаса (3.16):

$$M_{\text{сорт}} = (V_c^1 + V_c^2 + \dots + V_c^n)^2 [G / (g_m^1 + g_m^2 + \dots + g_m^n)], \quad (4.1)$$

где $V_c^1 + V_c^2 + \dots + V_c^n$ – объемы (сумма) определенного вида сортиментов (m^3), установленные по секционным формулам (Губера, Смаляна) для срубленных модельных или учетных деревьев, $g_m^1 + g_m^2 + \dots + g_m^n$ – соответствующие им площади сечений (сумма) на 1,3 м (m^2), G – площадь поперечных сечений всех деревьев по пересчету (m^2).

Для упрощения расчетов отношение $G / (g_m^1 + g_m^2 + \dots + g_m^n)$ как постоянную величину для пробной площади обозначим как K .

Тогда запас i -го сортимента на пробе будет равен

$$M_{\text{сорт}}^i = \Sigma V_{\text{сорт}}^i \cdot K, \quad (4.2)$$

Общий запас на пробе должен быть равен сумме запасов деловых сортиментов ($\Sigma M_{\text{сорт}}$), запасу дров ($M_{\text{др.}}$) и запасу отходов ($M_{\text{отх.}}$):

$$M = \Sigma M_{\text{сорт}} + M_{\text{др.}} + M_{\text{отх.}} \quad (4.3)$$

2.19 Лабораторная работа №19 (2 часа)

Тема: Сортиментация леса по сортиментным таблицам.

2.19.1 Цель работы: научиться применять сортиментные таблицы для определения запаса

2.19.2 Задачи работы:

1. Изучить сортиментные таблицы
2. Вычислить запас древостоя при помощи сортиментных таблиц

2.19.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. Турбо Таксатор. Демо - версия 6.1
3. сортиментные и товарные таблицы

2.19.4 Описание (ход) работы

Студенты устанавливают класс товарности. По значениям среднего диаметра, средней высоты и класса товарности подбирают соответствующие товарные таблицы. Общий запас на пробной площади распределяется через проценты товарных таблиц в запас деловой древесины по категориям крупности (при необходимости по сортам и сортиментам), запас, дров и отходов. Полученные данные сравниваются с товаризацией этой же пробы по учетным деревьям и сортиментным таблицам. В тренировочных целях для товаризации древостоев дополнительно могут выдаваться характеристики таксационных выделов.

Сортиментными (сортиментно-сортными) называют лесотаксационные таблицы, содержащие кроме объемов стволов в коре по ступеням и разрядам высот также данные об объеме деловой древесины по категориям крупности, сортам и сортиментам, а также объемы технологического сырья и топливных дров отходов из деловых дровяных стволов и данные о ликвиде из крон.

Расчеты проводят, по форме материальной оценки лесосек применяя исходные данные приложения 10, 11 и сортиментные таблицы по сосне. В данную форму из приложения 10 выписывается количество деловых и дровяных стволов по ступеням толщины. При этом полуделовые деревья разделяются поровну между деловыми и дровяными. Разряд таблиц и общий запас берется из расчетов задания 3.2.

По подобранной таблице в пределах каждой ступени толщины для деловых деревьев устанавливается общий запас и запасы крупной, средней и мелкой деловой древесины, дров и отходов путем умножения табличных объемов на число также деловых деревьев по перечету. Запас дровяных стволов определяется умножением табличных объемов стволов в коре по каждой ступени на число дровяных стволов. В общем виде эти расчеты выражаются так:

$$M_{\text{сорт}}^i = (V_c^1 n_1 + V_c^2 n_2 + \dots + V_c^n n_n), \quad (4.4)$$

где $M_{\text{сорт}}^i$ – запас i -сортимента (м^3), V_c и n – табличный объем и число деловых деревьев в ступени толщины. Сумма деловой древесины и дров дает запас товарной древесины.

Общий запас каждой ступени толщины должен быть равен сумме запасов товарной древесины и отходов.

Полученные запасы деловой древесины (крупная, средняя, мелкая) дров и отходов сравниваются с данными учетных деревьев, которые принимаются за 100%.

2.20 Лабораторная работа №20 (2 часа)

Тема: Сортиментация леса по товарным таблицам.

2.20.1 Цель работы: научиться применять товарные таблицы для определения запаса

2.20.2 Задачи работы:

1. Изучить товарные таблицы
2. Вычислить запас древостоя при помощи товарных таблиц

2.20.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. Турбо Таксатор. Демо - версия 6.1
3. сортиментные и товарные таблицы

2.20.4 Описание (ход) работы

Для товаризации лесных массивов используются товарные таблицы, которые исключают необходимость проведения трудоемкого процесса – перечета деревьев. Класс товарности при производственной таксации устанавливается по проценту деловых деревьев или по проценту площадей сечений или запасов совокупности, деловых деревьев в составе насаждений. В учебных целях сортиментация по товарным таблицам проводится по данным пробной площади соответствующего варианта. Класс товарности устанавливается по проценту деловых стволов и по выходу деловой древесины из данных товаризации по учетным деревьям и сортиментным таблицам.

2.21 Лабораторная работа №21 (2 часа)

Тема: Определение прироста древесного стола срубленного дерева.

2.21.1 Цель работы: научиться определять абсолютный и относительный прирост древесного стола срубленного дерева

2.21.2 Задачи работы:

1. Изучить понятие прироста дерева
2. Вычислить средний, периодический и текущий прирост

2.21.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.21.4 Описание (ход) работы

В данном задании необходимо провести расчеты по определению абсолютного и относительного прироста срубленного дерева по высоте, диаметру, площади сечения, видовому числу и объему за последние 10 лет, а у растущего - относительный объемный прирост разными способами. При этом исходные данные для определения прироста растущих деревьев условно принимаются равными, что и у срубленных.

Естественное увеличение размеров древесного ствола и других частей дерева (сучья, ветви, корни, древесная зелень) по массе называют приростом. Различают прирост отдельного дерева и древостоя (совокупности деревьев), где наряду с наращиванием древесины происходят процессы естественного отмирания деревьев. Наибольший удельный вес в составе прироста дерева в целом приходится на ствол.

Изучение и определение прироста древесины деревьев и древостоев позволяет решать ряд вопросов, связанных с повышением продуктивности и установлением оптимальных параметров насаждений, отбором деревьев при разных способах рубки леса, определением размера лесопользования и др.

В таксации леса по единицам измерения различают абсолютный (в единицах измерения таксационного показателя) и относительный (%) приросты, по способам расчета – средний и текущий. Средний прирост (Z_T) характеризует величину измерения таксационного показателя в среднем за единицу времени в течение всей жизни дерева или древостоя:

$$Z_T = T / a(A), \quad (6.1)$$

где T и $a(A)$ - соответственно таксационный показатель и возраст дерева (a -лет) или древостоя (A -лет).

Текущий прирост (Z) характеризует изменение таксационного показателя за определенный период (n лет) жизни дерева или древостоя, который определяется по разности таксационных показателей в возрасте $a(A)$ и $a(A)-n$ лет. В зависимости от величины периода n (1 год, 5 или 10 лет) различают годичный прирост:

$$Z^1_T = Ta(A) - Ta(A) - 1, \quad (6.2)$$

при $n=1$ год;

и периодический прирост – изменение таксационного признака за период « n » 2 года и более:

$$Z^n_T = [Ta(A) - Ta(A) - n] / n. \quad (6.3)$$

Относительный годичный прирост определяется по формуле М. Пресслера, когда абсолютный прирост выражается в процентах от суммы значений признаков по двум исследуемым периодам:

$$P_T = [(T_a - T_{a-n}) / (T_a + T_{a-n})] \cdot 200 / n, \quad (6.4)$$

а также способом простых процентов:

$$P_T = [(T_a - T_{a-n}) / T_a] \cdot 100 / n, \quad (6.5)$$

когда абсолютный прирост выражается в процентах от таксационного показателя в возрасте « a » лет.

Формулы (6.4; 6.5) используются также в определении относительного прироста таксационных показателей древостоев.

Находят средний и среднепериодический текущий прирост по таксационным показателям отдельного дерева за последние $n=10$ лет по следующим частным формулам:

средний прирост	текущий среднепериодический прирост
1. $Z_d = d_a / a$ по диаметру	6. $Z^n_d = (d_a - d_{a-n}) / n$
2. $Z_n = h_a / a$ по высоте	7. $Z^n_n = (h_a - h_{a-n}) / n$
3. $Z_g = g_a / a$ по площади сечений	8. $Z^n_g = (g_a - g_{a-n}) / n$
4. $Z_v = v_a / a$ по объему	9. $Z^n_v = (v_a - v_{a-n}) / n$
5. $Z_f = f_a / a$ по видовому числу	10. $Z^n_f = (f_a - f_{a-n}) / n$

где a – возраст дерева в настоящее время, лет;

$a-n$ – возраст дерева « n » лет назад;

V_{a-n} объем ствола без коры в $a-n$ лет.

По общим формулам 6.4 и 6.5 находят относительные проценты прироста таксационных показателей отдельного дерева.

Для определения среднепериодического абсолютного и относительного прироста по объему (Z_v) предварительно определяют объем ствола без коры (V_{a-n}) в возрасте « $a-n$ » лет по сложной формуле Губера, а объем ствола в « a » лет без коры берут из задания 1.1. Объем 2-х метровых секций целесообразно определять, используя приложение 15.

С меньшими затратами текущий прирост по объему срубленного дерева можно определить по упрощенным способам: по площади боковой поверхности ствола, (по А.В. Тюрину), по формуле М.Л. Дворецкого, по формуле Б.А. Шустова:

$$Z_v = 0,53 \cdot (d_{1,3a} \cdot d_{1/2a} h_a - d_{1/3a-n} \cdot d_{1/2a-n} h_{a-n}), \quad (6.6)$$

где $d_{1,3}$, $d_{1/2}$ и h – соответственно диаметры на 1,3 м, на половине высоты и высоты деревьев в возрасте « a » и « $a-n$ » лет назад.

Процент среднепериодического текущего прироста по объему (P_v) равен сумме процентов прироста по площади сечения (P_g), высоте (P_h) и видовому числу (P_f):

$$P_v = P_g + P_h + P_f. \quad (6.7)$$

Приблизленно значения процентов прироста по объему определяют по формулам:

$$P_v = P_g + 0,7P_n; \quad (6.8)$$

$$P_v = 2P_d + P_h; \quad (6.9)$$

$$P_v = 3P_d. \quad (6.10)$$

Уточняя эти формулы, М.К. Турский предложил формулу:

$$P_v = (K+2) \cdot P_d, \quad (6.11)$$

где значения K зависят от энергии роста деревьев в высоту: прекратившие рост - $k=0$; имеющие слабый рост - $k=0,4$; умеренный - $0,7$; хороший - $k=1,0$ и очень хороший - $k=1,3$.

Формула М.К. Турского изменена М.Л. Дворецким путем замены $(k+2)$ на расчетную величину $(2c+0,7)$, где $C = Z_{d1/2} / Z_{d1/3}$ (прирост по диаметру на $1/2h$ и на $1/3h$):

$$P_v = (2c + 0,7) \cdot P_d. \quad (6.12)$$

Вычисленные этими способами значения объемного прироста сравниваются с данными объемов стволов в « a » и « $a-n$ » лет назад, установленными по 2-метровым секциям.

2.22 Лабораторная работа №22 (2 часа)

Тема: Определение прироста по объему растущих деревьев.

2.22.1 Цель работы: научиться определять прирост по объему растущих деревьев

2.22.2 Задачи работы:

1. Изучить формулы определения прироста объема растущего дерева
2. Вычислить прирост по формулам

2.22.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. сортиментные и товарные таблицы

2.22.4 Описание (ход) работы

У растущих деревьев практически не могут быть, определены диаметры на разных высотах и прирост по высоте. Поэтому прирост по объему у растущих деревьев определяют косвенно - путем внесения поправочных коэффициентов, учитывающих их энергию роста в высоту и характер отложения радиального прироста (изменения годичного слоя) по длине ствола или по взаимосвязям объемного прироста с приростом по диаметру и высоте деревьев:

а) по формулам (6.8; 6.9; 6.10) связи относительного объемного прироста с относительным приростом по диаметру, высоте или площади сечений. Для этого необходимо определить прирост по диаметру на 1,3 м и высоте.

б) по формуле Шнейдера:

$$P_v = (K \cdot t) / d_{1,3(a-n)}, \quad (6.13)$$

где K – коэффициент учитывающий энергию роста в зависимости от протяженности крон деревьев, значения которого устанавливаются по приложению 36; $d_{1,3(a-n)}$ – диаметр без коры в возрасте «а-п» лет назад, а t – средняя за «п» лет ширина годичного слоя. Величина t в данном задании определяется делением разности диаметров в возрастах «а» и «а-п» на величину «п» и на 2, т.е.:

$$t = [(d_a - d_{a-n}) / 10] / 2; \quad (6.14)$$

в) по формуле М. Пресслера:

$$P_v = [r^x - (r - 1)^x] / (r^x + (r - 1)^x) \cdot (200 / n), \quad (6.15)$$

где r – относительный диаметр, определяемый по формуле $r = d_{1,3} / Z_d$ (диаметр на 1,3 м без коры делится на прирост по диаметру); «х» - показатель, характеризующий рост дерева в высоту. В целях упрощения математических расчетов процент объемного прироста по М. Пресслеру устанавливают по специально разработанной таблице, где в зависимости от относительного диаметра «г» и группы роста даны эти значения (приложение 37). Выбор группы роста проводится с использованием приложения 38.

Полученные разными способами значения относительного объемного прироста сравниваются с величиной P_v , установленной через объемы стволов по секциям в «а» и «а-п» лет назад.

2.23 Лабораторная работа №23 (2 часа)

Тема: Прирост отдельных древостоев.

2.23.1 Цель работы: научиться определять прирост отдельных древостоев

2.23.2 Задачи работы:

1. Изучить формулы определения изменения запаса
2. Вычислить показатели прироста древостоев по наличному запасу

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.23.4 Описание (ход) работы

Студенты определяют:

1. Средний прирост (среднее изменение) наличного запаса.
2. Текущий прирост (текущее изменение) запаса.
3. Среднепериодический текущий прирост наличного запаса.
4. Процент прироста (изменения) запаса древостоя.

Показатели прироста древостоев устанавливают по наличному запасу, т.е. растущей совокупности деревьев и по общей производительности древостоев, когда учитывается запас отпада. В соответствии с ОСТом 56-73-84 по наличному запасу различают 2 вида древесного прироста:

1. Средний прирост, или изменение наличного запаса древостоя (m^3), т.е. увеличение или уменьшение запаса к определенному возрасту древостоя (A лет). Отсюда среднее изменение запаса, т.е. среднее изменение растущей части (наличного запаса) равно:

$$\Delta_M = M_A / A. \quad (6.16)$$

2. Текущий прирост наличного запаса, или изменение запаса древостоя: периодический (за « n » лет):

$$\Delta_{Mt}^n = M_A - M_{A-n}, \quad (6.17)$$

где M_A и M_{A-n} - запасы растущей части древостоя в « A » и « $A-n$ » лет.

Среднепериодический прирост наличного запаса, или среднепериодическое изменение запаса за « n » лет:

$$\Delta_M^n = (M_A - M_{A-n}) / n. \quad (6.18)$$

Прирост древостоя по запасу или общий прирост, включая отпад (Z_M) - увеличение общей производительности (суммы запасов растущей части древостоя M_A , отпада и промежуточного пользования M_A^0) с возрастом. Отсюда средний прирост по запасу:

$$Z_M = (M_A + M_A^0) / A, \quad (6.19)$$

а периодический:

$$Z_{MA-n}^n = M_A - M_{A-n} + M_n^0. \quad (6.20)$$

2.24 Лабораторная работа №24 (2 часа)

Тема: Анализ древесного ствола.

2.1.1 Цель работы: изучить рост дерева по таксационным показателям

2.1.2 Задачи работы:

1. Построить график продольного сечения древесного ствола
2. Проанализировать показатели формы и полндревесности стволов

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.1.4 Описание (ход) работы

Это специальные исследования, направленные на изучение роста дерева по таксационным показателям. В приложении 1 в правой части приведены данные о росте древесного ствола по диаметру и высоте с 30 до 70 лет. Задание состоит в выполнении следующих операций.

1. Строится график роста деревьев по диаметру на 1,3м, площади поперечного сечения, высоте и объему. Для этого на оси абсцисс откладывается возраст, а по оси ординат – диаметр, площадь сечения, высота и объем. Объем ствола по периодам устанавливается по сложной формуле Губера без коры с использованием приложения 15, а площади сечений по приложению 12. Полученные точки на графике соединяются плавными линиями. По этим данным визуально делается оценка роста дерева в зависимости от возраста.

2. Построение графика продольного сечения древесного ствола. Первоначально по имеющимся образцам (спилам) рассматривается процедура анализа древесного ствола. Далее по данным приложения 1 строится график продольного сечения ствола. По оси абсцисс от «оси» симметрии древесного ствола вправо и влево откладываются полудиаметры на всех сечениях (0; 1 м, 1,3 м, 3 м и т.д.). При этом «ось» древесного ствола по масштабу является осью ординаты. Полученные точки, с учетом

высоты ствола в каждом периоде, соединяются плавными линиями. Построенный график продольного сечения ствола также визуально оценивается с точки зрения роста дерева по диаметру и высоте по возрастным периодам.

3. По данным объема стволов по периодам определяются: второй коэффициент формы Шиффеля и числа сбег $q_{05/01}$ по В.К. Захарову; старое и нормальное видовое число.

Полученные показатели формы и полндревесности стволов без коры анализируются по периодам (30, 40, 50, 60 и 70 лет) и делается заключение о динамике или стабильности показателей формы и полндревесности стволов за 40 лет.

2.25 Лабораторная работа №25 (2 часа)

Тема: Закономерности в строении древостоев.

2.25.1 Цель работы: определить закономерности количественных показателей древостоев

2.25.2 Задачи работы:

1. Изучить строение древостоев
2. Проанализировать ряды распределений деревьев по естественным ступеням и редуccionным числам

2.25.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.25.4 Описание (ход) работы

Под строением понимают систему количественных показателей, отражающих распределение деревьев в составе древостоя по основным таксационным признакам. Изучают строение по диаметру, высоте, площади сечений и по объему. В работе необходимо отразить элементы строения древостоя – пробной площади по толщине согласно выданному варианту (приложение 10).

Простой способ – сравнение рядов распределения деревьев по толщине в абсолютном и относительном выражениях.

Метод естественных ступеней толщины А.В. Тюрина (1931) позволяет сравнивать ряды распределений с разными средними величинами. По этому методу ряд распределения деревьев разделяют на естественные ступени толщины равные 0,1 среднего диаметра древостоя.

Если ряд распределения разделить на 10 равных по количеству частей и диаметры по границам этих групп выразить в долях от среднего диаметра, то получим ряд редуccionных чисел, которые предложил А. Шиффель. В общем виде редуccionное число, например по диаметру, - это частное от деления диаметра того или иного дерева на средний диаметр древостоя:

$$R_d = d_{1,3} / D. \quad (5.1)$$

Изучение строения по естественным ступеням толщины и редуccionным числам проводят следующим образом:

а) ряд распределения деревьев по ступеням толщины выражают в процентах от их общего числа.

б) строится график последовательного суммирования числа деревьев (%) по ступеням толщины (огива): по оси абсцисс – ступени толщины, по оси ординат – суммарное число деревьев (%).

в) находят значения естественной ступени толщины в абсолютном выражении. Эти значения откладываются по оси абсцисс от величины среднего диаметра принятого за 1,0. По верхним границам естественных ступеней толщины с графика снимаются соответствующие значения суммарной численности деревьев. Последовательно вычитая

из значения суммарного накопления частот, получаем ряд распределения деревьев по естественным ступеням толщины с общей суммой в 100%.

Для нахождения редукционных чисел используется этот же график (огива).

Весь ряд – 100% по оси ординат делится на 10 равных частей, для которых снимаются соответствующие диаметры, т.е. для 10, 20, ..., 100%. Минимальный диаметр принимается по границе самой тонкой ступени толщины, максимальный – по верхней границе самой толстой ступени и соответственно обозначаются рангом «0» и 100.

Полученные диаметры по рангам «0», 10 и т.д. выражаются в долях от среднего диаметра. Ряды распределений деревьев по естественным ступеням и редукционные числа сравниваются между вариантами или с обобщенными рядами для породы, которые имеются в учебниках по таксации леса или выдаются преподавателем.

По той же «огиве» находят ранг среднеарифметического и таксационного диаметра или как еще называют место среднего дерева в ряду распределения.

Кроме того, в целях получения более обширного представления о взаимосвязях таксационных и морфологических признаков деревьев в древостое по данным приложения 11 изучают графическим методом зависимости размеров крон (длина, поперечник), прироста по высоте, вторых коэффициентов формы от толщины деревьев.

2.26 Лабораторная работа №26 (2 часа)

Тема: Ход роста древостоев: ознакомление с местными и общими таблицами хода роста, их содержание и назначение.

2.26.1 Цель работы: ознакомиться с местными и общими таблицами хода роста

2.26.2 Задачи работы:

1. Изучить таблицы хода роста
2. Научиться применять ТХР для определения полноты древостоя

2.26.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие
2. таблицы хода роста

2.26.4 Описание (ход) работы

Таблицы хода роста отражают динамику таксационных показателей древостоев в процессе их роста и развития. Содержат систему числовых данных, расположенных в определенной возрастной последовательности и характеризующих таксационные показатели древостоев в различные периоды их жизни. По целевому назначению различают таблицы хода роста нормальных, модальных и эталонных насаждений. Таблицы хода роста нормальных древостоев характеризуют рост чистых по составу, одновозрастных и наиболее высокополнотных древостоев (с полнотой 1,0); модальных – динамику таксационных показателей наиболее распространенных смешанных, разновозрастных и изреженных древостоев; эталонных – дают характеристику роста целевых (программных) древостоев.

По области применения различают местные и общие (всеобщие) таблицы хода роста. Местные, или региональные, таблицы используют только в регионе, в пределах которого собраны данные для их составления; в них отражены региональные особенности роста и развития древостоев. Область применения общих таблиц хода роста распространяется на целые страны или не ограничена территориальными рамками, т. к. в основе их построения использованы общие закономерности роста древостоев.

По степени информативности различают сокращенные (эскизы) таблицы хода роста, отражающие ход роста только основной (растущей, оставляемой) части древостоя, и полные, содержащие также сведения об отпаде деревьев или его вырубемой части (размере промежуточного пользования лесом), общей (суммарной) производительности, текущем и среднем приросте всего древостоя.

В зависимости от способа классификации изучаемых насаждений таблицы хода роста составляют по классам бонитета или группам типов леса (на типологической основе). Общие таблицы обычно построены по классам бонитета, а местные - на типологической основе, что позволяет более точно характеризовать региональные особенности роста древостоев.

В таблицах хода роста для деревьев, составляющих основную (преобладающую) часть древостоя, по возрасту с градацией в 10 лет приводят средние высоты (м) и диаметры на высоте 1,3 м (см), число деревьев на 1 га (шт.), сумму площадей поперечных сечений этих деревьев (м²), запас стволовой древесины (м³), видовое число, среднее и текущее изменение запаса стволовой древесины (м³).

Для отпада (вырубаемой части) древостоя приводят число стволов, запас стволовой древесины (м³) и сумму этих запасов нарастающим итогом по десятилетиям.

Общая производительность древостоя характеризуется запасом древесины, средним и текущим приростом стволовой древесины.

Существует ряд методов составления таблиц хода роста. Наиболее точным является метод повторных измерений на постоянных пробных площадях. С целью сокращения периода наблюдений и составления таблиц в более короткие сроки (10-20 лет) в насаждениях, различных по возрасту, но относящихся к одному естественному ряду роста и развития, одновременно закладывают пробные площади, где проводят повторные обмеры и вычисляют все необходимые для составления таблиц показатели.

Составление таблиц хода роста по методу ВНИИЛМ (В. В. Загребев) основывается на выявленных закономерностях в ходе роста древостоев. По этому методу для выявления динамики основных таксационных показателей применяют системы типовых моделей роста древостоев.

Таблицы хода роста используют при решении многих научных и практических задач лесоустройства и лесного хозяйства, их данные служат основой характеристики роста, прироста и производительности лесов. Таблицы хода роста для нормальных древостоев являются эталонами при таксации реальных древостоев, в частности при определении их полноты и запасов древесины. Таблицы хода роста для модальных насаждений используют при обосновании спелости леса и установлении возраста рубки главного пользования.

Полные таблицы хода роста могут применяться при расчетах размера пользования лесом, для анализа состояния лесов с целью выявления соответствия роста и производительности реальных древостоев лесорастительным условиям. Таблицы хода роста служат экспериментальным материалом при изучении и выявлении общих закономерностей и региональных особенностей роста древостоев, для разработки на этой основе таксационного районирования лесов и построения многих общих и региональных нормативно справочных материалов (бонитетных шкал, стандартных таблиц сумм площадей поперечных сечений и запасов древостоев и др.) для таксации лесов. Необходимо учитывать, что данные таблиц хода роста представляют собой средние ряды изменения таксационных показателей во времени и поэтому обеспечивают более точные результаты применительно не к отдельному древостою, а к их совокупности.

2.27 Лабораторная работа №27 (2 часа)

Тема: Основные методы и основные документы инвентаризации лесов.

2.27.1 Цель работы: овладение методами инвентаризации лесов.

2.27.2 Задачи работы:

1. Изучить методы инвентаризации лесов.
2. Рассмотреть и проанализировать основные документы инвентаризации лесов.

2.27.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2. документы по инвентаризации лесов

2.27.4 Описание (ход) работы

Лесоустроительные работы в лесном фонде РФ по своему целевому назначению подразделяются, на следующие основные виды: базовое лесоустройство (первичное и повторное), контрольное лесоустройство и ревизия лесоустройства, лесоинвентаризация, или учет лесов, специальные, или целевые, обследования лесов. Технической основой их являются материалы аэро- и космической фотосъемок и математическое обеспечение средствами вычислительной техники.

Первичное лесоустройство проводят с целью организации решения задач, стоящих перед лесным хозяйством в соответствии с народнохозяйственным значением лесов устраиваемого объекта. Оно включает надлежащую инвентаризацию лесного фонда определенного объекта и разработку проекта организации и развития лесного хозяйства в нем. Повторное лесоустройство назначается по истечении обычно 10-летнего ревизионного периода. При этом повторно выполняют лесотаксационные работы. Материалы первичного и повторного лесоустройств являются основой для создания регионального банка данных «Лесной фонд РФ». Если в лесных предприятиях имеется: и последовательно обновляется такой банк данных, очередное лесоустройство может проводиться через 15 - 20 лет в зависимости от сложности изменений в лесном фонде.

Контрольное лесоустройство предприятий лесного хозяйства при функционировании банка данных проводят в период между базовыми лесоустроительными работами с периодичностью 5-10 лет, но преимущественно в целом по области, краю или республике. Оно уточняет таксационную характеристику участков, затронутых лесохозяйственной и другой антропогенной деятельностью или стихийными действиями, а также не затронутых ими, но с запланированными мероприятиями на межревизионный период. Остальные участки лесного фонда устраиваемого объекта оцениваются машинным путем по математическим моделям роста разных насаждений.

Лесоинвентаризация, или обследование лесов, как самостоятельный вид лесоустройства, проводится в объектах экстенсивной зоны лесного хозяйства, где в ближайшие 10 - 20 лет не намечается лесоэксплуатация. Такая лесоинвентаризация бывает без работ по организации территории в натуре; она предназначена для учета, картографирования и разработки упрощенного проекта организации и развития лесного хозяйства. Лесоинвентаризацию обычно проводят на основе дешифрирования материалов аэрокосмических съемок с помощью специальных сканирующих машин или устройств. Материалы такого лесоустройства также используются для создания банка данных «Лесной фонд РФ». Повторно лесоинвентаризацию проводят в экстенсивной зоне лесного хозяйства лишь через 20 лет.

В настоящее время составление таксационной характеристики, как и установление границ участков в пределах лесного фонда устраиваемого предприятия, производят разными способами: наземным; способом, основанным на сочетании наземной таксации и камерального дешифрирования аэрофотоснимков; камерального дешифрирования аэроснимков; аэротаксации в сочетании с дешифрированием аэрофотоснимков; лесоинвентаризации на основе материалов космического фотографирования.

В настоящее время все способы лесоинвентаризационных работ предусматривают определенные объемы наземной таксации, которая проводится главным образом в сочетании глазомерного метода с элементами измерительной и перечислительной таксации (сплошной или частичной).

2.28 Лабораторная работа №28 (2 часа)

Тема: Таксация лесосек и лесосечного фонда: виды учета и методы таксации лесосек.

2.28.1 Цель работы: ознакомиться с видами учета и методами таксации лесосек

2.28.2 Задачи работы:

1. Изучить виды и методы таксации лесосек
2. Определить выход деловой древесины

2.28.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.28.4 Описание (ход) работы

Одной из важнейших задач ведения лесного хозяйства, кроме сохранения и приумножения лесов является улучшение качественного состава лесов, формирование высокопродуктивных насаждений из хозяйственно-ценных древесных пород, смена старых насаждений молодыми на принципах естественного воспроизводства лесов. Это достигается проведением различных видов и способов рубки леса, в т.ч. рубок ухода и рубок главного пользования. Вовлечение насаждений в рубку связано с отводом и таксацией лесосек.

Лесосека – участок леса, отведенный для рубок главного или промежуточного пользования и ограниченный в натуре визирами или естественными рубежами.

Под отводом и таксацией лесосек следует понимать комплекс работ, связанных с назначением и подготовкой участков леса к тому или иному виду рубок в соответствии с «Наставлением по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации» (1993), «Правилами заготовки древесины...» (2016) и другой действующей документацией.

Лесосечный фонд - это совокупность участков леса по площади и запасу насаждений, предназначенные к рубке по главному или промежуточному пользованию на определенной территории и на определенный период времени (на год-годовой).

При отпуске древесины на корню применяют различные виды ее учета:

- по площади (в процессе сплошного или частичного (пробного) перечета деревьев определяют количество древесины, которое должно быть заготовлено);
- по количеству деревьев (по пням), назначенных в рубку (обязательно предварительное клеймение деревьев (кроме длительно-постепенных рубок) и их пересчет);
- по количеству заготовленной древесины (на лесосеках предварительно указывают ориентировочное количество древесины, подлежащей рубке; на это количество древесины выписывают лесорубочный билет; после разработки лесосеки производится обмер фактически заготовленной древесины).

Учет по площади производится при сплошных рубках и чересполосных постепенных рубках следующими методами:

- а) сплошного перечета;
- б) ленточного перечета;
- в) круговых реласкопических площадок;
- г) круговых площадок постоянного радиуса.

Учет по количеству деревьев, назначаемых в рубку, производится при проведении:

- а) выборочных рубок (кроме чересполосных постепенных рубок);
- б) рубок ухода за лесами в молодняках второго класса возраста, в средневозрастных, припевающих лесных насаждениях при среднем диаметре древостоя более 12 см;
- в) выборочных санитарных рубок;
- г) при рубке единичных деревьев;
- д) при заготовке гражданами для собственных нужд в целях отопления сухостойной, ветровальной и буреломной древесины.

Учет по объему заготовленной древесины производится, если предварительное его установление до рубки не представляется возможным:

- а) при рубках ухода в молодняках;

- б) при рубках ухода в средневозрастных лесных насаждениях, если средний диаметр назначаемых в рубку древостоев менее 12 см;
- в) при разработке горельников, валежника, бурелома и ветровала;
- г) при разработке лесосек выборочными рубками (кроме чересполосных постепенных рубок) без предварительного отбора и отметки вырубаемых деревьев специально обученными машинистами лесозаготовительных машин и вальщиками леса (25).

Сплошной пересчет проводится на лесосеке отдельно по каждому таксационному участку (выделу). Пересчет деревьев проводится по породам, категориям технической годности и ступеням толщины на высоте груди (1,3 м). При среднем диаметре древостоя выше 16 см – ступень толщины 4 см; при среднем диаметре до 16 см – ступень толщины 2 см (приложение 41). Пересчету подлежат деревья со ступени толщины 8 см.

Основания для выбора метода таксации лесосек

Метод таксации лесосек	Ошибка в запасе на выделе, %	Площадь лесосеки (делянки), га	Условия применения
Сплошной пересчет	5	До 3 га	Во всех лесах независимо от характеристики насаждения.
Круговые реласкопические площадки	10	3 га и более	Во всех лесах при возможности использования полнотомера.
Ленточный пересчет; круговые площадки постоянного радиуса	7	3 га и более	Во всех лесах на лесосеках с наличием густого подроста и подлеска, низкоопущенных крон деревьев и других условий, не позволяющих использование полнотомеров.

По технической годности деревья делятся на 3 категории. В зависимости от протяженности деловой части ствола от комля и высоты они делятся на деловые, полуделовые и дровяные:

высота дерева, м	до 20	более 20
деловые	от $1/3 h$ и более	6,5 м и более
полуделовые	от 2 м до $1/3 h$	2,0-6,5 м
дровяные	до 2 м в комле до 3-х м в других местах	до 2 м в комле

В пределах выдела, деланки или лесосеки в целом измеряют высоты деревьев как это описано в задании 3.2.

Ленточный пересчет проводится на лентах, закладываемых вдоль граничных линий и внутренних визиров, параллельно длинной стороне лесосеки. Число лент пересчета устанавливается в зависимости от ширины лесосеки (приложение 42). Суммарная площадь ленточных пересчетов – 8% от общей площади лесосеки. На углах лент ставят колья. Измерение диаметров и высот деревьев проводится так же, как и при сплошном пересчете.

Круговые реласкопические площадки закладываются в древостоях, где нет густого подроста и подлеска с использованием полнотомеров и призмы. Количество круговых

реласкопических площадок устанавливается в зависимости от площади лесосеки, однородности и полноты древостоя согласно приложения 43.

Все учитываемые (полнотомером или призмой) на реласкопических площадках деревья разделяются по категориям технической годности для определения суммы площадей сечений и запасов на 1 га всех растущих и в т.ч. деловых деревьев. Для определения среднего диаметра измеряется диаметр на высоте груди одного среднего для каждой пробы дерева на каждой нечетной площадке.

Разряд высот устанавливается как и при сплошном учете (способом, описанном в задании 3.2), делением числа деревьев по категориям технической годности: полуделовые делят пополам между деловыми и дровяными на число полных площадок, определяется число деревьев каждой породы, приходящееся на одну полную площадку. Полученные данные представляют собой суммы площадей сечений деревьев на высоте 1,3 м в квадратных метрах на 1 га и в среднем на выделе.

Запас на 1 га вычисляется по породам отдельно для деловых и дровяных деревьев путем перемножения их сумм площадей сечений на видовые высоты (приложение 47).

Выход деловой древесины определяют по формуле:

$$P_{\text{дел}} = K \cdot M_{\text{дел}} / M_{\text{общ}}, \quad (7.1)$$

где $M_{\text{дел}}$ и $M_{\text{общ}}$ – деловая древесина и общий запас, K – выход деловой древесины из деловых стволов хвойных пород $K = 85\%$, для лиственных $K = 75\%$. По проценту деловой древесины подбирается товарная таблица для товаризации общего запаса.

Круговые площадки постоянного радиуса закладываются для таксации лесосек, где применение реласкопических площадок затруднено из-за наличия густого подроста. Радиусы круговых площадок даны в приложении 44. Порядок работы по отграничению круговых площадок изложен в «Наставлении...» [15].

Деревья, оказавшиеся внутри круговой площадки, подлежат сплошному перечету обычным порядком. Обработка материала и материальная оценка проводится как и при сплошном учете.

Переход среднеарифметического диаметра, установленного на площадках, к таксационному устанавливается по формуле:

$$D_{\text{г}} = D_{\text{ар}} \cdot 1,03. \quad (7.2)$$

При ленточном перечете и круговыми площадками постоянного радиуса на всю площадь выдела все данные переводятся по их площади.

Таксация лесосек по материалам лесоустройства. Намеченные к отводу лесосеки предварительно обследуются с установлением произошедших после изменений лесоустройства.

Соответствие фактической характеристики насаждений данным лесоустройства осуществляется по выделам путем закладки в них круговых реласкопических площадок или площадок постоянного радиуса. Число площадок для контрольной таксации: до 5 га - 3 шт.; 6-15 га - 4 шт. и более 16 га – 5 шт. При давности лесоустройства 5 и более лет запас корректируется на год рубки, т.е. вносятся поправки на прирост.

Все учтенные деревья на площадках подразделяются на категории технической годности, и по соотношению числа деловых (q_1) и дровяных (q_2) стволов и среднего процента выхода деловой древесины хвойных ($K=90\%$) и лиственных пород ($K=80\%$) устанавливают процент деловой древесины на выделе или лесосеке:

$$P = K \cdot q_1 / (q_1 + q_2). \quad (7.3)$$

Следует заметить, что указанные « K », взятые из «Наставления...» завышены примерно на 5%. В формуле (7.3) для более объективной оценки число стволов целесообразно заменить на площади сечений (g).

Пользуясь приложением 35, устанавливают класс товарности.

По средним значениям установленного класса товарности проводится товаризация (сортиментация) общего запаса, путем умножения его на соответствующий процент

качественно-размерной группы (деловая по категориям крупности, дрова, отходы и т.п.) и делением произведения на 100.

Для выполнения данной работы выдаются отдельные исходные данные результатов таксации лесосек путем закладки реласкопических площадок, а также данные таксации выделов насаждений приспевающего и старшего возраста для товаризации условно принятого лесосечного фонда.

2.29 Лабораторная работа №29 (2 часа)

Тема: Материально-денежная оценка лесосек при разных методах таксации.

2.29.1 Цель работы: научиться выполнять материально-денежную оценку лесосек при разных методах таксации

2.29.2 Задачи работы:

1. Изучить основы материально-денежной оценки лесосек
2. Произвести материально-денежную оценку лесосек

2.29.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.29.4 Описание (ход) работы

По данным вариантов проводится материально-денежная оценка пробной площади соответствующего варианта, которая условно принимается как лесосека сплошной рубки леса. Данные для материальной оценки берутся из задания 3.2, поскольку товаризация этих объектов рассмотрена прежде как сортиментация леса на корню.

Вторая часть – денежная оценка древесины на корню осуществляется с использованием региональных ставок платы за единицу объема древесины лесных насаждений. В ведомости материально-денежной оценки объема по ступеням толщины вычисляют с округлением до $0,01 \text{ м}^3$, а общие итоги по пробной площади (условно лесосеке) округляют до 1 м^3 .

Произведение ставки в рублях за 1 м^3 соответствующей группы качества древесины (крупная, средняя и т.д.) дает ее стоимость на корню. Суммируя оценки по группам качества, получаем общую денежную стоимость древесины на корню.

