

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
профессор _____ П. Б. Акмаров
«_____» _____ 2012 г.

Д. А. ПОЗДЕЕВ, А.А. ПЕТРОВ

ТАКСАЦИЯ ЛЕСА

курс лекций

Учебное пособие для студентов,
обучающихся по направлению
«Лесное дело» очной и заочной форм обучения

Ижевск
ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА
2012

УДК 630*61(076.6)
ББК 65.34я73-9
П 29

Учебное пособие составлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, утвержденным 12.08.2010 г. № 854.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, протокол № _____ от « ____ » _____ 2012 г.

Рецензенты:

Р.Р. Абсалямов – доцент кафедры лесоводства и лесных культур ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, к. с.-х. н.

С.С. Журавлёв – главный лесничий Министерства лесного хозяйства УР

Поздеев Д.А.

П 29 Таксация леса. Курс лекций: учеб. пособие / Д.А. Поздеев, А.А. Петров. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. - 161 с.

В учебном пособии изложены лекции по дисциплине «Таксация леса», подготовленные с использованием учебников и учебных пособий, допущенных Министерством образования Российской Федерации для преподавания студентам высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Лесное дело», с учетом требований нового лесного законодательства.

УДК 630*61(076.6)
ББК 65.34я73-9

© ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012
© Поздеев Д.А., Петров А.А., 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Обозначения, сокращения и единицы измерения таксационных показателей	5
Полные и сокращённые названия древесных и кустарниковых пород	8
Лекция 1. Таксация леса как наука.....	9
Лекция 2. Таксация срубленных деревьев.....	17
Лекция 3. Определение прироста отдельных деревьев.....	26
Лекция 4. Прирост деревьев по таксационным показателям и способы его определения.....	33
Лекция 5. Таксация текущего прироста объема стволов.....	42
Лекция 6. Таксационные показатели древостоя элемента леса и способы их определения.....	50
Лекция 7. Таксационные показатели древостоя яруса, насаждения и способы их определения.....	58
Лекция 8. Научно-методические основы изучения строения древостоев.....	68
Лекция 9. Таксация запаса древостоев.....	75
Лекция 10. Сортиментация запаса древостоев.....	84
Лекция 11. Товаризация запаса лесного фонда.....	91
Лекция 12. Прирост запаса древостоев.....	101
Лекция 13. Таблицы хода роста и методы их составления.....	111
Лекция 14. Способы таксации лесосек.....	120
Лекция 15. Таксация заготовленной лесопродукции.....	134
Лекция 16. Инвентаризация лесных массивов.....	143
Словарь терминов	150
Список использованных источников	158

Введение

Леса в России являются одним из важнейших видов возобновляемых природных ресурсов и играют одну из ведущих ролей в развитии экономики, в улучшении и защите окружающей среды, повышении благосостояния населяющих ее народов. Они имеют общее государственное экологическое, экономическое и социальное значение.

«Таксация леса» входит в базовую часть профессионального цикла для подготовки бакалавров по направлению «Лесное дело». Дисциплина ставит своей целью научить студентов основам оценки, учета и прогнозирования продуктивности древостоев. Изучение данной дисциплины закладывает основу для последующего прохождения курса таких учебных дисциплин, как лесоустройство, аэрокосмические методы в лесном деле.

В соответствии с Лесным кодексом (2006 г.) его подзаконными актами появилась необходимость корректировки лекционного курса, читаемой ранее дисциплины.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать и понимать: суть основных таксационных показателей; основные формулы для описания статических и динамических параметров отдельного дерева и древостоев; основные стереометрические функции и уметь их применять при определении объема отдельного дерева; основные виды лесной продукции и методы их таксации. Владеть методами измерений и расчетов основных таксационных показателей на разных стадиях лесообразовательных процессов, протекающих в лесных фитоценозах, методами оценки и прогноза продуктивности древостоев на основе существующих в отрасли региональных нормативов. Иметь опыт составления таблиц хода роста и динамики продуктивности основных лесобразующих пород Удмуртской Республики. Все перечисленные выше знания и навыки реализуются в следующих общекультурных и профессиональных компетенциях: ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОК-4; ОК-5; ОК-6; ОК-7; ПК-3; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-20; ПК-38. В таблицах 1, 2, 3 приведены обозначения и сокращения применяемые в таксации леса.

Таблица 1-Обозначения, сокращения и единицы измерения таксационных показателей

Наименование таксационного показателя	Обозначение		Единица измерения
	для дерева и ступени толщины (<i>i</i>)	Для древостоя, его составляющих пород, для групп древостоев	
Возраст	<i>a</i>	<i>A</i>	лет
- средний ступени толщины <i>i</i> ; древостоя	\bar{a}_i	\bar{A}	
- средний группы древостоя	-	A_1, A_2, \dots, A_n	
Высота	<i>h</i>	<i>H</i>	м
- средние: арифметическая, по площади сечения, по срединному дереву, доминирующая, яруса, древостоя	-	$H_N, H_G, H_{gM}, H_{dom}, H_{яp}, \bar{H}$	
Диаметр	<i>d</i>	<i>D</i>	см
- на корневой шейке, на высоте груди и т. д., в коре, без коры, ступени толщины, верхнего, нижнего отреза бревна	$d_0, d_{1,3}, \dots, d_k, d_{б/к}, d_i, d_в, d_n$	-	
- средние: арифметический, по площади сечения, срединный, доминирующий, яруса, древостоя	-	$D_N, D_G, D_{gM}, D_{dom}, D_{яp}, \bar{D}$	
Длина ствола (хлыста)	<i>L</i>	-	м
- длина любого отрезка ствола, вершинки ствола, кроны	$l, l_{вер}, l_{кр}$	-	
Площадь сечения ствола	<i>g</i>	<i>G</i>	см ² , м ²
- на высотах 0м, 1м, 1,3м, 0,1 h и т. д.	$g_0, g_1, g_{1,3}, g_{0.1}$	-	
- ступени толщины	g_i	-	
- срединное (на половине длины отрезка ствола)	γ	-	см ² , м ²
Число деревьев	<i>n</i>	<i>N</i>	шт.
- древостоя, яруса, преобладающей породы	-	$N_{др}, N_{яp}, N$	
- скрытое древостоя	-	$N_{скp}$	
- ступени	n_i	-	
Средний сбеги ствола	\bar{S}	-	см / м
Относительный сбеги ствола	$S_{отн}$	-	%
Видовое число старое	<i>f</i>	<i>F</i>	доли единицы
Видовое число нормальное	f_N	F_N	-
Коэффициенты формы на 1/4, 1/2, 3/4 высоты ствола	q_1, q_2, q_3	Q_i	-
Видовая высота	hf	HF	м
Объем ствола и запас древостоя	<i>V</i>	<i>M</i>	м ³
- в коре, без коры	$V_k, V_{б/к}$	$M_k, M_{б/к}$	м ³
- деловой, дров, отходов	$V_d, V_{др}, V_{от}$	$M_d, M_{др}, M_{от}$	м ³
- крупной, средней, мелкой	$V_{кр}, V_{ср}, V_{мк}$	$M_{кр}, M_{ср}, M_{мк}$	м ³

Окончание таблицы 1

Наименование таксационного показателя	Обозначение		Единица измерения
	для дерева и ступеней толщины (<i>i</i>)	Для древостоя, его составляющих пород, для групп древостоев	
Средний прирост	\bar{Z}	\bar{Z}	по показателям
- по диаметру, по высоте, по площади сечения	$\bar{Z}_d, \bar{Z}_h, \bar{Z}_g$	$\bar{Z}_D, \bar{Z}_H, \bar{Z}_G$	см, м, м ²
Изменение видового числа, коэффициента формы	$\Delta f; \Delta q_2$	-	-
Текущий прирост годичный	ZI	-	по показателям
- по диаметру, по высоте, по площади сечения, в возрасте А, лет	$Z_{dA}^1, Z_{hA}^1, Z_{gA}^1$	-	см, м, м ²
- по объёму, в возрасте А, лет	Z_{vA}^1	-	м ³ , доли единицы
Текущий прирост периодический	Zn	-	по показателям
- по диаметру, по высоте, по площади сечения, в возрасте А, лет	$Z_{dA}^n, Z_{hA}^n, Z_{gA}^n$	-	см, м, м ²
- по объёму, в возрасте А, лет	Z_{vA}^n	-	м ³ , доли единицы
Текущий прирост среднепериодический в возрасте А, лет	\bar{Z}_A^n	-	по показателям
- по диаметру, по высоте, по площади сечения), в возрасте А, лет	$\bar{Z}_{dA}^n, \bar{Z}_{hA}^n, \bar{Z}_{gA}^n$	-	см, м, м ²

Таблица 2 – Термины, определения и символика, применяемая для обозначения прироста древесины в древостое

Термин	Определение	Символика
Общий запас древесины	Сумма запасов растущей части древостоя, отпада и вырубаемых деревьев	$M_A + M_A^0$
Запас деревьев отпада	Сумма объёмов стволов отмерших и вырубленных деревьев: - за весь период жизни древостоя - за период n лет - за один год	M^0 M_A^0 M_n^0 M_1^0
Запас наращивания	Исходная сумма объёмов стволов деревьев, составляющих древостой в момент учёта при-	m

Термин	Определение	Символика
	роста: - год назад - n лет назад	m_{A-1} m_{A-n}
Прирост (изменение) запаса древостоя	Изменение запаса растущей части древостоя с возрастом	ΔM
Средний прирост (среднее изменение) запаса древостоя	Изменение запаса растущей части древостоя в среднем за год его жизни	$\Delta \bar{M}$
Текущий прирост (текущее изменение запаса древостоя)	Изменение запаса растущей части древостоя - годовое (за последний год) - периодическое (за период n лет) - среднепериодическое (среднее в год за период n лет)	ΔM_t $\Delta^1 M_t$ $\Delta^n M_t$
Общий прирост	Увеличение общего запаса с возрастом	Z
Общий средний прирост	Увеличение общего запаса в среднем за год жизни древостоя	Z_M
Общий текущий прирост	Увеличение общего запаса с возрастом за последний год или период n лет: а) без учета текущего прироста деревьев отпада - годичный - периодический - среднепериодический б) с учетом текущего прироста деревьев отпада - годичный - периодический - среднепериодический	Z_{MA} $Z_M^1 A$ $Z_M^n A$ $Z_{M A-n}$ $Z_M^1 A-1$ $Z_M^n A-n$
Средний прирост запаса древостоя в процентах	Средний прирост (среднее изменение) запаса древостоя, выраженный в процентах к запасу растущей части древостоя	$p \bar{\Delta}_M$
Общий средний прирост в процентах	Общий средний прирост, выраженный в процентах к общему запасу	$p \bar{Z}_M$
Текущий прирост (текущее изменение) запаса древостоя в процентах	Текущий прирост (текущее изменение) запаса древостоя, выраженный в процентах: - к запасу древостоя в момент учета прироста - к полусумме запасов древостоя в начале и конце учетного периода	$p'_{\Delta M_t}$ $p''_{\Delta M_t}$
Общий текущий прирост в процентах	Общий текущий прирост, выраженный в процентах: - к запасу древостоя в момент учета прироста - к полусумме запасов древостоя в начале и конце учетного периода	$p'_{Z M_t}$ $p''_{Z M_t}$

Таблица 3- Полные и сокращенные названия древесных и кустарниковых пород

Сокращенное название	Полное название породы	Сокращенное название	Полное название породы
Хвойные			
С	Сосна	Л	Лиственница
Е	Ель	К	Кедр
П	Пихта		
Твердолиственные			
Д	Дуб	Кл	Клен
Д в	Дуб высокоствольный (семенного происхождения)	В	Вяз
Д н	Дуб низкоствольный (порослевого происхождения)	Ил	Ильм
Я	Ясень	-	-
Мягколиственные			
Б	Береза	Тч	Тополь черный
Ос	Осина	Тб	Тополь белый
Олч	Ольха черная	Ив	Ива
Олс	Ольха серая	Ивб	Ива белая (ветла)
Лп	Липа	Ивл	Ива ломкая
Т	Тополь	Ивд	Ива древовидная
Тб	Тополь белый	-	-
Тч	Тополь черный	-	-
Прочие породы			
Бх	Бархат амурский	Мж	Можжевельник кустарниковый
Кш	Каштан	Смр	Смородина
Орм	Орех маньчжурский	Крл	Крушина ломкая
Р	Рябина	Рк	Ракитник
Чр	Черемуха	Ж	Жимолость
Яб	Яблоня	Мл	Малина
Вшн	Вишня	Клн	Калина
Тал	Тальник	Бзн	Бузина
Ивк	Ива кустарниковая	Крс	Крушина слабительная
Брк	Бересклет	Аж	Акация желтая
Лщ	Лещина	Спр	Спирея
Лх	Лох	-	-

ЛЕКЦИЯ 1

ТАКСАЦИЯ ЛЕСА КАК НАУКА

1 Таксация леса. Объекты, задачи, методы. Связь со смежными дисциплинами.

2 История развития таксации леса.

3 Единицы учёта, измерения, приборы и инструменты.

1 Таксация леса. Объекты, задачи, методы. Связь со смежными дисциплинами

Лесная таксация (лат. *taxatio* – оценка) является важнейшей профилирующей и методологической дисциплиной, рассматривающей методы всестороннего учета лесных ресурсов.

Основными объектами лесной таксации являются:

- отдельные деревья и их части;
- совокупность отдельных деревьев, произрастающих в разных древостоях, но объединенных по какому-либо признаку (например, по выходу спецсортиментов);
- совокупность деревьев, произрастающих совместно (древостои элементов леса);
- насаждение как совокупность отдельных древостоев — элементов леса и других ярусов растительности;
- лесной массив как совокупность насаждений, занимающих значительные площади;
- недревесные ресурсы леса, представляющие биологическое разнообразие растительного покрова лесных ценозов, включая фитомассу;
- заготовленная древесина и недревесная продукция.

Лесная таксация призвана заниматься разработкой методов количественного и качественного учета древесины и недревесной продукции как

в статике, так и в динамике, т.е. с учетом изменений насаждений с возрастом, а также лесосырьевых ресурсов в целом.

Биологический характер объектов лесной таксации обуславливает широкое применение методов вариационной статистики, математического моделирования, биометрии.

С другой стороны, многообразие объектов и целей таксации требует разного подхода к методам и технике оценки лесных ресурсов.

На основе массовых наблюдений разработаны основные способы глазомерно-измерительной и перечислительной (с предварительным пересчетом деревьев) таксации.

Как любая другая наука, лесная таксация должна рассматриваться во взаимосвязи с другими дисциплинами, а именно: математикой, экологией, физикой, химией, ботаникой, дендрологией, геодезией, лесоведением и лесоводством, лесным товароведением, фитопатологией, лесоустройством, аэро- и космической фотосъемкой.

2 История развития таксации леса

Возникновение лесотаксационных знаний следует отнести к времени, когда лес стал предметом купли-продажи (начало XVIII века). Объектом торговли древесина явилась прежде всего в местностях с густым населением, с быстроразвивающейся промышленностью, незначительной площадью лесов и ограниченными запасами минерального топлива. В числе таких стран раньше других оказались Франция и Германия.

Почти одновременно с ростом потребления леса обнаружилась необходимость в количественном и качественном определении земельной площади леса, запасов древесины и энергии ее нарастания. В области лесной таксации можно выделить три основных периода:

1. Первый период – математическое направление характеризовало господство немецкой школы «форстматематиков» с ее попытками создать

универсальные формулы для разрешения всех вопросов теории и практики лесной таксации.

2. Второй период (конец XVIII и весь XIX век) накопления значительного эмпирического материала с использованием методов статистики, с вычислением средних чисел и установлением некоторых зависимостей между отдельными признаками. Данное направление оказалось более плодотворным и обеспечило накопление значительного фактического материала по таксационной характеристике отдельных деревьев и насаждений. Отрицательной стороной этого направления явилось то, что в погоне за количеством опытного материала уделялось недостаточное внимание углубленному качественному его анализу.

3. третий период (XX век и далее) характеризуется современным состоянием таксации леса.

3 Единицы учёта, измерения, приборы и инструменты, ошибки измерений

Отдельное дерево является основным объектом изучения в лесной таксации. По естественным признакам оно делится на части: ствол (50-90 % общего объема), крона (5-25 %), корни (5-30 %). По производственному назначению различают деловую древесину ствола (учитывается без коры), дровяную древесину и отходы. Деловая и дровяная древесина составляют ликвидную часть ствола, в отходы включается кора деловой части и вершинка (диаметром около 3 см у основания). Ликвидную часть можно также получить и из кроны дерева. Отходы — понятие условное, т.к. вся фитомасса дерева может служить сырьем для получения ценных продуктов (технологическая щепка, древесные плиты, арболит, биологически активные вещества, клеточный сок, аскорбиновая кислота, хлорофилл, эфирные масла, каротин, протеин, клетчатка и др.).

Древесина по объему учитывается в плотных и складочных кубометрах. Плотный кубометр представляет собой куб, сплошь заполненный древесиной; складочный кубический метр включает, кроме плотной древесины, промежутки, заполненные воздухом. Для перевода складочных кубометров в плотные применяют переводные коэффициенты, которые зависят от древесной породы, длины и толщины поленьев.

Другими элементами измерения дерева являются возраст, диаметр, высота (длина), масса. *Возраст* определяется по числу годовичных слоев у шейки корня (в практике - на пне с учетом высоты пня) с точностью до одного года. *Диаметр* измеряется в сантиметрах и миллиметрах, высота и длина в метрах, дециметрах, сантиметрах. *Масса* ствола и кроны измеряется в тоннах, центнерах и килограммах. Она может учитываться в сыром, воздушно-сухом и абсолютно сухом состоянии.

Для измерения диаметров применяются приборы, основанные на различных принципах работы (использование измерительной линейки с подвижной и неподвижной ножками, измерение диаметра при помощи двух касательных к дуге окружности ствола, замер длины окружности ствола, использование оптических законов физики, метод фотографии древесного ствола и т.д.). Диаметры отдельных деревьев измеряют с точностью до 0,1 см в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Для измерения массы деревьев (при пересчете) учет ведется по ступеням толщины: 1 см, 2 см и 4 см. При отчетах диаметры 0,5 и более ступени округляются вверх до следующей ступени, менее 0,5 ступени в расчет не принимаются. Для облегчения отсчетов округленных ступеней первая ступень наносится на мерную линейку в половинном размере.

Для измерения *высоты* деревьев применяются высотомеры, конструкции которых основаны:

- на тригонометрическом принципе (Макарова, Блюме-Лейса, эклиметр, «Метра», «Суунто», ВН-1 и другие);

- геометрическом принципе подобия треугольников (Вейзе, Фаустмана, Христена, оптический Анучина, мерная вилка и другие);
- наземном измерении с летательных аппаратов.

Для определения возраста растущих деревьев используется возрастной бурав, представляющий собой пустотелый цилиндр с рукояткой, на конце которого нарезана резьба в форме шурупа. Бурав ввинчивается в дерево по радиусу до сердцевины, столбик древесины из цилиндра извлекается с помощью тонкой пластинки с зазубринами, заранее вставленной в полость цилиндра. Возраст дерева определяется по числу годичных слоев на столбике (керне) древесины. Подобную конструкцию, но с цилиндром меньшего размера, имеет приростной бурав для определения текущего периодического прироста диаметра ствола.

При таксации кроны дерева используются кронамеры разной конструкции и палетки.

Подробное знакомство и работа с таксационными приборами и инструментами будут проводиться во время учебной практики.

Основными таксационными показателями ствола, на увеличение которых направлены лесохозяйственные мероприятия, являются объем (V) и прирост объема (Z_V). Остальные показатели, характеризующие продольную и поперечную форму ствола, сбег, полнодревесность, приросты высоты, диаметра и площади сечения, являются вспомогательными.

Современные таксационные инструменты

Ранее мерные вилки изготавливались из дерева и текстолита (с ценой деления до 0,5 см). В последнее время на производство начали поступать металлические мерные вилки зарубежного изготовления (с ценой деления до 0,1 см), в частности, вилки MANTAX (Haglöf, Швеция). Правда, цена таких вилок достаточно высока: в зависимости от максимального измеряемого диаметра она доходит до 5 тыс. руб. и более.

В последние годы разработаны конструкции вилок-компьютеров (Masser 2000GR, Masser 45-55GR финского производства, Mantax Computer Galiper шведского производства), позволяющие измерять диаметры деревьев с точностью до ± 1 мм, обрабатывать полученные данные по введенной программе с выдачей результатов на дисплее вилки, выводить полученные данные и результаты на ПК, принтер или модем



Рисунок 1 – Мерная вилка Masser 2000

Мерная вилка Masser 2000 снята с производства, вместо неё выпускается мерная вилка Masser Excaliper



Рисунок 2 – Мерная вилка Masser Excaliper

Компьютерная мерная вилка Masser Excaliper отличается от обычных мерных вилок с цифровым табло тем, что она является компьютером, способным собирать, обрабатывать и передавать информацию. Он же автома-

тически делает вычисления согласно заложенным формулам.

Лазерные указатели для мерных вилок Haglöf - Gator Eyes позволяют измерять диаметр дерева с расстояния. Можно измерить диаметр в любой точке стоящего дерева, а также диаметр веток.

Лазерные указатели Gator Eyes совместимы со всеми мерными вилками Haglöf.



Рисунок 3 – Лазерные указатели для мерных вилок Haglöf

Ультразвуковой высотомер, дальномер, угломер VERTEX IV легкий, компактный и точный инструмент для измерения расстояния, высоты, угла, закладки круговых площадок. При измерениях высот с помощью ультразвукового высотомера VERTEX IV результаты получаются более точные, и сам процесс измерения происходит быстрее. Для измерения высоты дерева необходимо прикрепить принимающее устройство (транспондер) к стволу измеряемого дерева. Затем необходимо выбрать такое место, откуда крона дерева лучше всего видна. Причем даже густая растительность между местом измерения и деревом не помеха. После того как удобное место выбрано надо, направить красную точку на крону дерева и нажать кнопку. Точная высота дерева появится на экране. Измерение расстояний при помощи этого ультразвукового дальномера легче и результаты, точнее чем при измерениях с помощью измерительной ленты. Только нажатие кнопки и прибор покажет расстояние до принимающего прибора, который можно установить, например, посередине измеряемой круговой площадки.



Рисунок 4 – Ультразвуковой высоотомер VERTEX IV

Ошибки измерений

В результате измерений лесных объектов могут возникать следующие ошибки:

1. Грубые – в результате небрежности измерений или переутомления; заметны своей нелепостью. Исправить их можно, лишь повторив замер; при невозможности повторного замера – отбрасываются во время обработки результатов.

2. Систематические – в результате неисправности инструментов, неверных таблиц, индивидуальных особенностей; всегда с одним знаком. При увеличении количества измерений они накапливаются. Эти ошибки исключают, вычисляя их и прибавляя к каждому измерению с обратным знаком.

3. Случайные или среднеквадратические – неизбежные и неустраняемые; их можно учесть лишь в среднем. Причины различные. В процессе измерений имеют одновременно разные знаки (\pm). Их основные особенности:

- большие ошибки встречаются реже, чем малые;
- чем больше измерений, тем больше соответствуют положительные ошибки отрицательным по количеству и абсолютной величине;
- при увеличении количества измерений алгебраическая сумма всех ошибок стремится к нулю.

ЛЕКЦИЯ 2

ТАКСАЦИЯ СРУБЛЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ

1 Определение объёма ствола срубленного дерева

2 Сбег и видовые числа

1 Определение объёма ствола срубленного дерева

Различают физические и математические методы определения объёма ствола. **Физические методы** основаны на 1) законе Архимеда (ксиметрический метод) и на 2) взвешивании стволов и вычислении объёма по массе и удельному весу древесины (весовой способ) по формуле:

$$V = \frac{m}{\nu}, \quad (1)$$

где m – масса ствола в т,

ν – удельный вес древесины в т/м³.

Удельный вес древесины – величина переменная, зависящая от многих факторов, поэтому весовой способ не является точным.

Прежде чем приступить к **математическим методам** определения объёма ствола, рассмотрим форму продольного его сечения. Под *формой ствола* понимают его образующую по продольному сечению. Чаще всего при определении объёма используют стереометрические формулы, основанные на уравнении Ньютона:

$$y^2 = A \cdot X^r, \quad (2)$$

где y – радиус поперечного сечения ствола,

A – коэффициент, определяющий размер кривой,

r – показатель формы кривой (для цилиндра $r = 0$; параболоида $r = 1$ конуса $r = 2$; нейлоида $r = 3$);

X – расстояние от основания до вершины.

Разные части древесного ствола приравниваются к телам, образованным вращением различных кривых, при этом получается: в нижней части ствола – нейлоид, в средней – цилиндр, в верхней – параболоид второго порядка, вершинка – конус.

На основании уравнения Ньютона выведены *простые формулы* определения объема ствола:

1) по срединному сечению (формула Губера):

$$V = g_2 \times l_x + V_v, \quad (3)$$

где g_2 – площадь сечения на половине длины хлыста (часть ствола без вершинки);

l_x – длина хлыста;

V_v – объем вершинки, определяемый по формуле конуса;

2) по среднему из двух сечений (формула Смалиана):

$$V = \frac{g_0 + g_v}{2} \times l_x + V_v, \quad (4)$$

где g_0 – площадь сечения у основания ствола;

g_v – площадь основания вершинки;

3) по среднему из трех сечений (формула Ньютона-Рикке):

$$V = \frac{g_0 + 4g_2 + g_v}{6} \times l_x + V_v. \quad (5)$$

Из-за больших корневых наплывов погрешности в определении объема ствола по формуле Смалиана могут достигать 65 %. Поэтому в практике применяют вариант этой формулы:

$$V = \frac{g_{0,2} + g_{0,8}}{2} \times l_c, \quad (6)$$

где $g_{0,2}$ и $g_{0,8}$ – площади сечения соответственно на 0,2 и 0,8 высоты ствола,

l_c – длина ствола.

Для повышения точности в определении объема ствола применяют сложную формулу, когда ствол разделяют на отрезки равной длины (0,5; 1,0 и 2,0 м) и объем каждого отрезка определяют по формуле срединного сечения. При этом число отрезков должно быть не менее 8-12. Рекомендуется при длине ствола 15 м и более брать 2-метровые, 8-14 м – 1-метровые, 5-7 м и менее – 0,5-метровые отрезки. Формула в этом случае будет иметь вид:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n + V_B = g_1 \times l + g_2 \times l + g_3 \times l + \dots + g_n \times l + V_B = (g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n) \times l + V_B, \quad (7)$$

где V_1, V_2, \dots – объемы отрезков,

g_1, g_2, \dots – площади срединных сечений отрезков,

l – длина отрезков.

Объем каждого отрезка можно определить также по формуле Сма-лиана или Ньютона-Рикке.

При вычислении площадей сечений стволов, а также объемов одно-метровых цилиндров можно использовать таблицу сумм площадей попе-речных сечений стволов. По этой же таблице определяется диаметр, если известна площадь сечения.

Простые и сложные формулы используются и для вычисления объе-ма отдельных сортиментов. Рассмотрим пример определения объёма ство-ла срубленного дерева.

Объем ствола в коре, вычисленный по сложной формуле срединного сечения, составит:

$$V=V_1+V_3+V_5+\dots+V_n+V_B=g_1 \times 2 + g_3 \times 2 + g_5 \times 2 + \dots + g_{25} \times 2 + \frac{g_{26} \times l_e}{3} = 2(g_1+g_3+g_5 \dots +g_{25}) + \frac{g_{26} \times l_e}{3} = 2(0,0674 + 0,0527 + 0,0449 + \dots + 0,0012) + \frac{0,0009 \times 1,3}{3} = 0,7326 \text{ м}^3, \quad (8)$$

В формуле g_1, g_3, \dots, g_{25} – площади сечений в м^2 в коре на середине 2-метровых отрубков, т.е. на нечетных метрах, g_{26} – площадь основания вершинки, длина которой составит:

$$l_B = l_C - l_{26} = 27,3 - 26,0 = 1,3 \text{ м}, \quad (9)$$

Объем первого от комля сортимента длиной 6,5 м составит:

$$V_{6,5} = g_1 \times 2 + g_3 \times 2 + g_5 \times 2 + g_7 \times 0,5 = 0,0527 \times 2 + 0,0437 \times 2 + 0,039 \times 2 + 0,0356 \times 0,5 = 0,288 \text{ м}^3, \quad (10)$$

где g_1, g_3, \dots – площади сечений без коры на нечетных метрах.

Подобный расчет делается для вычисления объема следующего сортимента, при этом оставшиеся 1,5 м четвертой двухметровой секции относятся к этому сортименту и т.д.

Объем сортиментов, т.е. отрезков ствола, предназначенных для тех или иных целей, можно вычислить также по таблицам объемов бревен – ГОСТ 2708-75 «Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов», а также по таблицам объемов цилиндров, приравнивания объем сортимента к объему цилиндра, основанием которого является площадь срединного сечения бревна. В нашем примере верхний диаметр без коры 6,5-метрового сортимента, найденный путем интерполяции, равен 21,4 см. По ГОСТ 2708-75 при округленном диаметре 22 см объем равен 0,31 м^3 . По таблицам же объемов цилиндров объем будет равен:

$$V_{6,5} = g_{3,2} \times l_{6,5} = 0,0452 \times 6,5 = 0,2938 \text{ м}^3, \quad (11)$$

где $g_{3,2}$ – площадь сечения на середине длины сортимента (3,2 м),

$l_{6,5}$ – длина сортимента (6,5 м).

2 Сбег и видовые числа

Сбегом ствола называется уменьшение его диаметров по направлению от нижнего торца к вершине. Различают два вида сбег: действительный и средний, как тот, так и другой могут быть абсолютным (в см) и относительным (в долях или процентах от диаметра, например, от диаметра на высоте 1,3 м).

Действительный сбег представляет собой изменение диаметра ствола на протяжении 1 м, т.е. на каждый конкретный метр длины ствола в см. Он может выражаться значениями самих диаметров, обмеренных через каждый метр ствола (в практике для удобства диаметры показывают через каждые 2 м), что дает возможность вычертить образующую ствола и точно воспроизвести его форму, или через разность двух смежных диаметров, отстоящих друг от друга на 1 м. Действительный сбег характеризует быстроту уменьшения диаметров в разных частях ствола, но не дает представления о форме последнего.

Средний (или конический) сбег представляет изменение диаметра в среднем на 1 м длины данного отрезка: бревна, хлыста или ствола в целом.

Абсолютный средний сбег любого усеченного отрезка ствола находят путем вычитания верхнего диаметра из нижнего и делением общего сбег в см на число метров длины отрезка.

Относительный средний сбег – это отношение диаметров в любой точке ствола к диаметру на 1,3 м или 0,1 высоты ствола. Различают еще комлевой сбег как разность между диаметрами ствола на пне и 1,3 м.

По величине среднего сбег можно дать характеристику ствола (таблица 4).

Коэффициент формы ствола является одним из показателей относительного сбег соответствующей части ствола, он вычисляется путем деления диаметра, измеренного на данной высоте, на диаметр на высоте 1,3 м.

Таблица 4 – Характеристика среднего сбега ствола

Размер сбега, см/м	Характеристика сбега	Характеристика ствола
менее 1,0	малый	малосбежистый
1,1-2,0	средний	среднесбежистый
2,1-3,0	большой	сбежистый
3,1 и более	очень большой	сильносбежистый

В практике различают четыре коэффициента формы ствола в зависимости от того, в какой точке ствола будет взят диаметр для вычисления:

$$q_0 = \frac{d_0}{d_{1,3}}; \quad (12)$$

$$q_1 = \frac{d_1}{d_{1,3}}; \quad (13)$$

$$q_2 = \frac{d_2}{d_{1,3}}; \quad (14)$$

$$q_3 = \frac{d_3}{d_{1,3}}; \quad (15)$$

где d_0, d_1, d_2, d_3 – диаметры ствола, взятые на шейке корня, 1/4, 1/2 и 3/4 высоты ствола;

$d_{1,3}$ – диаметры на высоте 1,3 м.

Наиболее важным является второй коэффициент формы ствола – входной признак в различные таблицы. Форму ствола данный коэффициент не характеризует, так как при одной и той же форме ствола он тем меньше, чем больше высота. Например, у параболоида q_2 равен: 0,82 при $h = 5$ м; 0,76 при $h = 10$ м; 0,73 при $h = 20-25$ м; 0,72 при $h = 30-40$ м. При изменении q_2 на 0,01 объем ствола изменяется на 1,6-1,5 %.

Показателями формы ствола являются «классы формы» (по проф. Н.В.Третьякову), получаемые путем деления разных диаметров ствола на диаметр, взятый на четверти высоты. Так, второй класс формы в нашем примере будет равен:

$$q_{2/1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{18,1}{22,5} = 0,80. \quad (16)$$

По значениям коэффициента и класса формы можно дать характеристику сбежистости ствола (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика сбежистости ствола

Степень сбежистости ствола	По величине показателей	
	q_2	$q_{2/1}$
Сбежистый	0,55-0,60	0,75
Среднесбежистый	0,61-0,70	0,80
Малосбежистый	0,71-0,80	0,85

Коэффициентом полндревесности ствола является *видовое число*, т.е. отношение объема ствола к объему одномерного цилиндра, имеющего с деревом одинаковую высоту и основание, равное площади сечения ствола на определенной высоте в нижней его части. Различают старое видовое число, когда площадь основания цилиндра берется на 1,3 м, нормальное – на 0,1 высоты ствола и другие.

В практике наиболее распространено старое видовое число:

$$f = \frac{V_c}{V_u} = \frac{V_c}{g_{1,3} \times h}, \quad (17)$$

где $g_{1,3}$ – площадь сечения ствола на 1,3 м,
 h – высота ствола.

Видовое число показывает, какую часть объема одномерного цилиндра занимает объем ствола и служит в качестве переходного коэффициента от легко устанавливаемого (по $g_{1,3}$ и h) объема цилиндра к объему ствола.

Существует связь между коэффициентом формы и видовым числом:

по Вейзе:
$$f = q_2^2, \quad (18)$$

формула справедлива лишь для параболоида;

по Кунце
$$f = q_2 - c, \quad (19)$$

где c – поправочный коэффициент, зависящий от q_2 и h ;

по Шифелю
$$f = 0,66 \times q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 \times h} + 0,140. \quad (20)$$

Профессор М.Е. Ткаченко вывел закон формы стволов: при равных высотах, коэффициентах формы q_2 и диаметрах на 1,3м стволы всех пород имеют близко равные видовые числа. Им составлена таблица всеобщих видовых чисел в зависимости от высоты и второго коэффициента формы.

Видовое число изменяется в широких пределах. Величина изменчивости видового числа определяется видом древесной породы и зависит от высоты, диаметра и коэффициента формы ствола, условий местопроизрастания и др. С увеличением высоты ствола видовое число уменьшается. В общем виде связь видового числа (f) с высотой дерева (h) и коэффициентом формы ствола выражается формулой:

$$f = a + b q_2^2 + \frac{c}{q_2 h}, \quad (21)$$

где a , b , c — постоянные коэффициенты, различающиеся по породам. При равных высоте и коэффициенте формы ствола деревья всех пород

имеют близкие значения видовых чисел. На основании этой закономерности составлена общая таблица видовых чисел, которая широко применяется в лесотаксационной практике.

Видовое число применяют для определения объёмов стволов, составления объёмных таблиц для таксации растущих деревьев, а также для определения видовых высот насаждений.

ЛЕКЦИЯ 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОСТА ОТДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

1 Прирост и его виды

2 Определение текущего периодического прироста площади сечения, высоты, объёма

3 Способы определения процентов прироста

1 Прирост и его виды

В процессе жизнедеятельности деревьев на стволах, ветвях и корнях происходит ежегодное наращивание слоев древесины, что ведет к увеличению их размеров. Увеличение размерных показателей дерева (диаметр, высота, площадь сечения, объем) с возрастом называется *приростом*, он бывает всегда положительной величиной и обозначается буквой Z . У относительных показателей стволов (q_2 и f) с возрастом происходит изменение их значений, они могут быть как отрицательными, так и положительными величинами, обозначаются буквой Δ (дельта). Все лесохозяйственные мероприятия направлены на увеличение урожая лесных площадей, рост производительности насаждений, т.е. на усиление прироста древесины. Помимо биологических особенностей древесной породы на прирост влияют экологические факторы (абиотические и биотические). К абиотическим факторам, т.е. факторам экотопа относятся климатические (тепло, вода, свет), эдафические (почва), орографические (рельеф) и химические. Биотические факторы связаны с влиянием живых организмов и могут быть фитогенные, зоогенные и антропогенные.

Различают текущий и средний прирост. Текущий прирост – это увеличение таксационного показателя за определенный период времени. По величине учетного периода различают:

- текущий годичный прирост – увеличение таксационного показателя за один определенный, чаще всего за последний год жизни дерева;
- текущий периодический – увеличение за целый, сравнительно короткий период, обычно за 3; 5 или 10 лет;
- полный текущий прирост – это значение размерного показателя в момент наблюдения.

Средний прирост – это увеличение таксационного показателя в среднем за один год какого-либо периода времени. В зависимости от периода наблюдения различают:

- средний периодический прирост, т.е. увеличение показателя в среднем за один год периода (3; 5; 10 лет) жизни дерева;
- общий средний прирост – увеличение показателя в среднем за один год всей жизни дерева.

Прирост таксационных показателей измеряется в абсолютных величинах в тех же единицах, что и сами таксационные показатели.

Текущий годичный прирост диаметра ($Z_d^{mek. год}$) в силу малой его величины практически в лесной таксации не используется, чаще он применяется в дендрохронометрии. Взамен текущего годичного пользуются средним периодическим приростом диаметра.

Текущий периодический прирост диаметра ($Z_d^{mek. пер.}$) в любой точке срубленного дерева определяется путем вырубания щепы с отвесной стенкой, содержащей t годичных слоев (3; 5; 10). Измеренная с точностью до мм величина прироста радиуса удваивается (при более точных расчетах прирост измеряют по двум взаимно перпендикулярным радиусам).

Важное значение в разработке методов определения прироста запаса леса имеет линейный прирост, т.е. изменение текущего периодического прироста диаметра по длине ствола. Различают следующие его виды: возрастающий, падающий, постоянный, вогнутый, выпуклый.

Основная форма линейного прироста в молодняках – возрастающий прирост, с возрастом он переходит в постоянный, в стадии старения – во-

гнутой и выпуклой. При осветлении дерева появляется падающая форма прироста. В разновозрастных древостоях основной формой является постоянный прирост.

2 Определение текущего периодического прироста площади сечения, высоты, объёма

Текущий периодический прирост площади сечения ($Z_g^{\text{тек. пер.}}$) представляет собой разность между конечным (g_a) и начальным (g_{a-t}) ее значением:

$$Z_g^{\text{тек. пер.}} = g_a - g_{a-t}. \quad (22)$$

Для вычисления требуется измерить конечный (в момент наблюдения) диаметр без коры d_a , его прирост $Z_d^{\text{тек. пер.}}$ и вычислить бывший (начальный) диаметр (d_{a-t}):

$$d_{a-t} = d_a - Z_d^{\text{тек. пер.}}. \quad (23)$$

По полученным диаметрам определяют соответствующие площади сечения и подставляют в формулу 22.

Текущий периодический прирост высоты ($Z_h^{\text{тек. пер.}}$) – это сумма длин годовых побегов, образовавшихся за t лет. Определяется подсчетом числа вершинных мутовок, по следам кольцевых рубцов или последовательным перерубанием вершины ствола (у основания вершины, приросшей за последние t лет, должно быть t годовых слоев).

Текущий периодический прирост объема ствола определяют как разность двух объемов – конечного и начального:

$$Z_V^{\text{тек. пер.}} = V_a - V_{a-t}. \quad (24)$$

Отсюда следует, что для его определения возможно использовать все методы определения объемов стволов, которые рассмотрены выше.

По степени точности все способы определения $Z_V^{\text{тек. пер}}$ можно подразделить на:

- сложные – объем ствола вычисляется по коротким отрезкам;
- упрощенные – объем вычисляется по удлиненным отрезкам;
- приближенные – способы построены на разных допущениях.

Для определения величины текущего прироста объема по *сложным формулам* у лежащего ствола на середине отрезков измеряют диаметры в коре, двойную толщину коры, текущий прирост диаметров, у дерева в целом – текущий прирост высоты $Z_h^{\text{тек. пер}}$. По этим данным определяют диаметры без коры (d_a) и диаметры, бывшие t лет назад (d_{a-t}). Высота, бывшая t лет назад, определяется по формуле:

$$h_{a-t} = h_a - Z_h^{\text{тек. пер}}. \quad (25)$$

Далее определяют объемы стволов без коры (V_a и V_{a-t}) по сложной формуле срединного сечения.

При *упрощенных методах* бывшую высоту ствола разбивают на небольшое число отрезков (3-5), равных по длине. Объемы их определяют по одной из простых математических формул (чаще – по срединному сечению).

По исследованиям проф. МЛ. Дворецкого (1964), точность определения текущего прироста объема ствола находится в прямой зависимости от количества отрезков, на которые разбит ствол. Рекомендуется при точных расчетах ствол разбивать не менее чем на 10 отрезков.

Приближенные способы определения $Z_V^{\text{тек. пер}}$ основаны на тех или иных допущениях:

а) способ по срединному сечению:

$$Z_V^{\text{тек. пер}} = (g_2 - \gamma_2) \cdot h_{a-t}, \quad (26)$$

где g_2 – площадь сечения ствола в возрасте «а» на середине бывшей высоты;

γ_2 – площадь сечения ствола в возрасте «a-t» лет на середине бывшей высоты.

При этом предполагается, что ширина годичного кольца на половине бывшей высоты является средней для всего ствола. Способ показывает среднеквадратическую ошибку, равную $\pm 8,4$ %, отдельные ошибки достигают $\pm 25-30$ %;

б) способ по современному видовому числу ствола. Предполагается, что видовое число ствола за учетный период изменяется незначительно и его можно принять постоянным:

$$Z_V^{\text{тек. пер}} = (g_{1,3} \times h_a - \gamma_{1,3} \times h_{a-t}) \times f_a, \quad (27)$$

где $g_{1,3}$ – площадь сечения ствола в возрасте «a» на высоте 1,3 м;

$\gamma_{1,3}$ - площадь сечения ствола в возрасте «a-t» на высоте 1,3 м.

Для отдельных стволов эта формула не пригодна, ошибки достигают $\pm 30-40$ %.

в) способ проф. А.В.Тюрина по боковой поверхности ствола ($S_{\text{ств}}$) и ширине годичных слоев:

$$Z_V^{\text{тек. пер}} = S_{\text{ств}} \cdot i_{\text{ср.}}, \quad (28)$$

где $S_{\text{ств}}$ – площадь боковой поверхности стволов на 1 га, м^2 ;

$i_{\text{ср.}}$ – средняя ширина годичных слоев учетного периода, м.

Предполагается, что боковая поверхность ствола равна поверхности цилиндра, с основанием по середине длины ствола, а ширина годичного слоя по середине длины ствола является средней для всего ствола. Формула, по исследованиям проф. М.Л. Дворецкого, дает довольно грубые результаты.

В целом ошибки в величине текущего прироста (m_z) зависят от ошибок, с которыми вычислены объемы стволов:

$$m_z = m_1 - m_2, \quad (29)$$

где m_1 – ошибка в вычислении объема в возрасте «а» лет;
 m_2 – ошибка в вычислении объема в возрасте «а-т» лет.

Если ошибки в объемах одинаковы по величине и знаку, то текущий прирост будет определен точно даже при неточных объемах.

3 Способы определения процентов прироста

Для целей сравнения энергии роста дерева по различным таксационным показателям вычисляется относительное значение прироста – *процент прироста деревьев*. *Процент среднего общего прироста* ($P_T^{cp. общ.}$) вычисляется по формуле:

$$P_T^{cp. общ.} = \frac{Z_{T_a}^{cp. общ.} \times 100}{T_a} = \frac{\frac{T_a}{a} \times 100}{T_a} = \frac{100}{a}, \quad (30)$$

где T_a – значение таксационного показателя в возрасте «а» лет;

В лесохозяйственной практике эта величина значения не имеет, т.к. она зависит только от возраста и при одинаковых возрастах дерева для разных показателей будет одинаковой.

Процент текущего прироста ствола может быть определен разными способами, но наиболее распространен способ простых процентов прироста с отнесением величины прироста к конечному (T_a) или начальному значению (T_{a-t}) таксационного показателя:

$$P_1 = \frac{100 \times (T_a - T_{a-t})}{T_a}, \quad (31)$$

$$P_2 = \frac{100 \times (T_a - T_{a-t})}{T_{a-t}}, \quad (32)$$

где T_a – значение таксационного показателя в возрасте «а» лет;

T_{a-t} – значение таксационного показателя в возрасте «а-т» лет.

В первом случае величина процента текущего прироста будет занижена, во втором – завышена. Поэтому в отечественной лесохозяйственной практике (впрочем, как и в других странах, кроме Швеции) процент вычисляется по *формуле Пресслера*, когда абсолютную величину прироста относят ни к начальному и ни к конечному значению таксационного показателя, а к их полусумме.

$$P_T^{мек.пер.} = \frac{100 \times (T_a - T_{a-t})}{\left(\frac{T_a + T_{a-t}}{2}\right)} = 200 \times \frac{T_a - T_{a-t}}{T_a + T_{a-t}} = \frac{Z_T^{мек.пер.}}{T_a + T_{a-t}}$$

где T_a – значение таксационного показателя в возрасте «а» лет;

T_{a-t} – значение таксационного показателя в возрасте «а-т» лет.

Если величину процента текущего периодического прироста разделить на число t лет периода (3; 5; 10 лет), то найдем *процент среднего периодического прироста* ($P_T^{ср. пер.}$).

$$P_T^{ср. пер.} = \frac{200}{t} \times \frac{Z_T^{мек.пер.}}{T_a + T_{a-t}}. \quad (34)$$

где T_a – значение таксационного показателя в возрасте «а» лет;

T_{a-t} – значение таксационного показателя в возрасте «а-т» лет;

$Z_T^{мек. пер.}$ – текущий периодический прирост таксационного показателя.

ЛЕКЦИЯ 4

ПРИРОСТ ДЕРЕВЬЕВ ПО ТАКСАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ И СПОСОБЫ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1 Понятие о приросте деревьев, значение, категории, расчетные формулы.

2 Закономерности в изменении текущего и среднего приростов деревьев с возрастом.

3 Текущий прирост деревьев по высоте, диаметру, площади поперечного сечения, способы определения.

1 Понятие о приросте деревьев, значение, категории, расчетные формулы.

В процессе роста и развития деревьев на их стволах, ветвях, корнях, ежегодно откладываются слои древесины, что ведет к увеличению диаметра, площади поперечного сечения ствола, объема ствола (d , g , v). Вследствие роста побегов в длину повышается высота (h) дерева, размеры его кроны. Это естественное увеличение с возрастом размерных показателей деревьев в лесной таксации над приростом обозначается буквой « Z » и эта величина всегда положительная.

У относительных показателей ствола второго коэффициента формы (q_2) и видовой высоты (f) с возрастом происходит изменение их значений в ту или иную сторону. Как такового прироста нет, а процесс обозначается буквой Δ .

Правильное определение величины древесного прироста в лесу, закономерностей его формирования, влияния природных факторов, влияющих на этот процесс, имеет в лесном хозяйстве важнейшее значение. Поднять производительность насаждений – это прежде всего усилить прирост древесины. Именно на это направлены все лесохозяйственные мероприятия.

Природные факторы, влияющие на прирост древостоя, стволов:

1. Биолого-экологические особенности породы, ее происхождение;

2. Почвенно-грунтовые условия местопроизрастания;
3. Гидротермический режим территории в течение всего года;
4. Возраст леса;
5. Положение дерева в древостое;
6. Пораженность деревьев энто-фитовредителями, низовыми пожарами и другими стихийными факторами;
7. Проводимые в лесу хозяйственные мероприятия.

Все факторы целесообразно подразделить на абиотические и биотические. Абиотические факторы или физико-географические, т. е факторы экотопа: климатические (тепло, вода, свет); эдафические (почва); орографические (рельеф). Биотические факторы связаны с влиянием живых организмов (фитогенные, зоогенные, антропогенные).

1. Текущий прирост – это действительная величина увеличения данного таксационного показателя за определенный учетный период времени. По величине этого учетного периода различают:

- текущий годичный прирост – это увеличение таксационного показателя за один последний год – $Z^{\text{тек. год}}$;
- текущий периодический прирост – за некоторый учетный период времени (3,5 и 10 последних лет) – $Z^{\text{тек. пер}}$;
- текущий полный прирост – величина таксационного показателя за весь период жизни дерева от возникновения до момента наблюдения (T_a);

2. Средний прирост – это средняя, расчетная величина повышения таксационного показателя за 1 год в пределах данного периода времени, охватываемого наблюдением. Здесь различают:

- средний периодический прирост – возрастание показателя в среднем за 1 год учетного периода (т.е в среднем за 1 год в последние 3, 5 , 10 лет жизни дерева);
- средний общий прирост – увеличение показателя в среднем за 1 год всей жизни дерева.

Среднее общее изменение второго коэффициента формы (q_2) и видо-вого числа (f) не вычисляют т.к. эти показатели изменяются не от нулевого значения.

В лесоустроительных работах прирост таксационных показателей измеряется в абсолютных величинах в тех же единицах учета, что и сами таксационные показатели. Для целей сравнения вычисляются также относительные значения приростов – процент прироста деревьев.

Процент среднего общего прироста вычисляют по формуле (30).

Он не зависит от таксационного показателя, при одинаковых возрастах дерева для разных признаков будет одинаковым. В лесохозяйственной практике значения не имеет.

Определение процента текущего прироста стволов может проводиться различными способами. В лесном хозяйстве наиболее распространен способ простых процентов прироста с отношением величины прироста к конечному или начальному значению таксационного показателя (формулы 31, 32).

Оба вида процента теоретически правомочны, однако их величины значительно отличаются друг от друга.

Также широко применяется способ Пресслера (формула 33), с причислением величины прироста к значению таксационного показателя в середине учетного периода. По этой формуле получается процент текущего периодического прироста таксационного показателя. Разделением его на величину периода « t » находят процент среднего периодического прироста.

В лесной таксации существуют формулы взаимного перехода от одного вида процента к другому. Более подробно этот вопрос рассматривается на лабораторных занятиях.

2 Закономерности в изменении текущего и среднего приростов деревьев с возрастом

В изменении текущего и среднего приростов таксационных показателей с возрастом наблюдаются определенные закономерности.

Обе категории прироста в первоначальный период ускоренного роста повышаются по своим значениям, достигают в разное время максимума и по мере старения дерева систематически падают. Для различных таксационных показателей эта динамика прироста различна во времени. Для нормально развивающихся деревьев присущи закономерные соотношения между текущим и средним приростами.

Рассмотрим их применительно к объемам стволов. Теоретически выводится формула:

$$Z_{V_{a+1}}^{\text{тек.год.}} - Z_{V_{a+1}}^{\text{ср.общ.}} = a \left(Z_{V_{a+1}}^{\text{ср.общ.}} - Z_{V_a}^{\text{ср.общ.}} \right) \quad (35)$$

Возьмем два учетных возраста дерева с разницей в 1 год:

« $a + 1$ » и « a » лет. Текущий годичный прирост в возрасте « $a + 1$ » представляет собой разность объемов стволов (V ств.) в указанные периоды:

$$Z_{V_{a+1}}^{\text{тек.год.}} = V_{a+1} - V_a \quad (36)$$

Эти же объемы, возможно, выразить через общие средние приросты:

$$V_{a+1} = Z_{V_{a+1}}^{\text{ср.общ.}} \times (a + 1); \quad (37)$$

$$V_a = Z_{V_a}^{\text{ср.общ.}} \times a \quad (38)$$

Подставив полученное выражение объемов в формулу текущего годичного прироста, получаем:

$$Z_{V_{a+1}}^{\text{тек.год.}} = \left(Z_{V_{a+1}}^{\text{ср.общ.}} \times a + Z_{V_{a+1}}^{\text{ср.общ.}} \right) - Z_{V_a}^{\text{ср.общ.}} \times a \quad (39)$$

Отсюда, путем алгебраического преобразования уравнение приобретает приведенный выше вид (формула 34).

Анализ полученной формулы 34 приводит к следующим важным выводам:

а) если средний прирост с возрастом увеличивается $\left(Z_{V_{a+1}}^{\text{ср.общ.}} > Z_{V_a}^{\text{ср.общ.}} \right)$, то текущий прирост также повышается и по своей величине он больше среднего;

б) если средний прирост с возрастом не меняется ($Z_{v_{a+1}}^{ср.общ.} = Z_{v_a}^{ср.общ.}$), то текущий прирост по величине равен нулю;

в) если средний прирост с возрастом падает ($Z_{v_{a+1}}^{ср.общ.} < Z_{v_a}^{ср.общ.}$), то текущий прирост также падает и по величине меньше среднего. Эти соотношения наглядно изображены на рисунке 5.

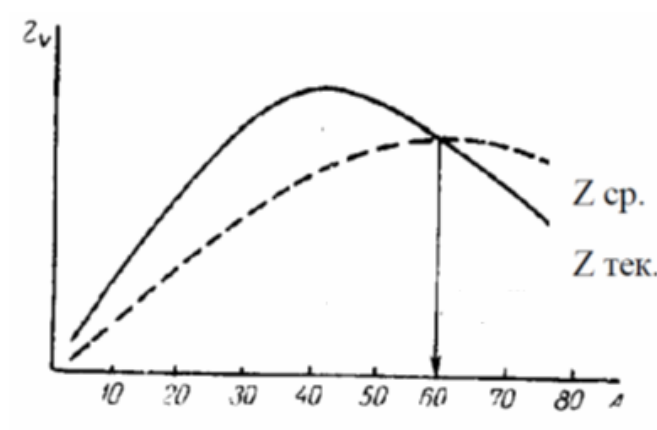


Рисунок 5 – Соотношение между текущим и средним приростами

г) текущий прирост кульминирует по возрасту раньше и по размеру за этот период больше среднего;

д) точка пересечения указанных видов прироста или возраст выравнивания их величин определяет собой возраст количественной и качественной спелости древостоя, что имеет, важное значение в практике лесоустройства.

3 Текущий прирост деревьев по высоте, диаметру, площади поперечного сечения, способы определения

Для отдельных таксационных показателей существуют различные специфические способы определения их текущего прироста, рассмотрим их подробнее:

Текущий прирост высоты ствола представляет собой длину верхушечного побега данного года – для текущего годовичного, и суммарную их длину за учетный период – для текущего периодического прироста.

Способы определения:

а) измерением в натуре длины вершины, приросшей за учетные t - лет. Задача сводится к нахождению на стволе точки, где была его вершина t -лет назад.

- Для сосны прирост высоты можно определить подсчетом числа вершинных мутовок.

- Для лиственных пород – по следам кольцевых рубцов на границах годовичных побегов.

- В остальных случаях последовательно перерубают вершину ствола для нахождения точки с необходимым числом t годовичных слоев на срезе.

б) при наличии данных анализа ствола прирост вычисляют как разность высот двух смежных возрастов «а» и «а- t »:

$$Z_h^{\text{рек}} = h_a - h_{a-t}, \quad (40)$$

в) для стоящих деревьев определение прироста высоты (Z_h) связано с большими трудностями. В молодом возрасте для сосны могут использоваться мерные шести, в более старом лесу – измерительные бинокли. В остальных случаях по таблицам хода роста (ТХР) или по данным ранее срубленных моделей, глазомерно, по уравнениям роста и т.д.

Наиболее известно уравнение роста в высоту немецкого лесоведа Вебера:

$$h_a = h_{\max} \left(1 - \frac{1}{P^{a-\phi}} \right), \quad (41)$$

где h_a высота ствола в возрасте a ;

h_{\max} – наибольшая высота древостоя ствола, возможная для данной породы;

P – постоянный коэффициент характеризующий энергию роста ствола (по породе, классу бонитета, классу развития деревьев);

ϕ – число лет начального периода жизни дерева, в течение которого древесный ствол еще не сформировался и в росте его наблюдаются иные закономерности.

Ф. Корсунь рост деревьев по диаметру, высоте, объёму ствола ($d_{1,3}$ h, $V_{\text{ств}}$) выражает степенной кривой.

Есть и другие предложения по определению текущего прироста по высоте.

Текущий прирост диаметра ствола представляет собой двойную ширину годичного кольца за последний наблюдаемый год – текущий годичный прирост.

Однако из-за малой величины замеры прироста проводят за период времени 3-5-10 последних лет с допущением постоянства ее величины по отдельным годам этого периода – текущий периодический прирост.

Способы определения:

а) измерением в натуре ширины годичных слоев на спиле или подрубе срубленного ствола; приростным буравом. Приростным молотком – взятие керна древесины на растущем дереве с высоты 1,3 м.

При упрощенных работах двойную толщину годичного слоя принимают равной текущему приросту по диаметру ($2i = Z_d^{\text{тек}}$). При более точных исследованиях замеры проводят по 2-4 взаимно перпендикулярным радиусам:

б) по материалам анализа ствола прирост диаметра ($Z_d^{\text{тек}}$) вычисляют как разность диаметров (d) двух смежных возрастов «а» и «а-т»:

$$Z_d^{\text{тек}} = d_a - d_{a-t}. \quad (42)$$

Изменение ширины годичного слоя по длине ствола – важный показатель количества и качества выращиваемой древесины. Знание закономерностей имеет большое значение при разработке методов определения прироста запаса леса. Исследования многих авторов показали, что характер отложения древесного прироста в разных частях ствола – весьма изменчивый показатель, обуславливаемый влиянием условий местопрорастания многих биометрических показателей самих деревьев и хозяйственным воздействием на лес.

Наиболее подробно этот вопрос в одновозрастном лесу изучен профессором Л.М. Дворецким, в разновозрастном древостое П.М. Верхуновым выявлены следующие типичные формы линейного прироста:

а) возрастающий – линейный прирост непрерывно увеличивается от основания к вершине ствола;

б) падающий – линейный прирост непрерывно уменьшается по длине ствола;

в) постоянный – линейный прирост не изменяется в нижних частях ствола, но часто увеличивается в верхних;

г) вогнутый – линейный прирост от основания ствола сначала уменьшается, иногда вплоть до половины высоты, а затем начинает возрастать;

д) выпуклый линейный прирост сначала несколько падает, далее увеличивается, достигая наибольшей величины на $\frac{3}{4}$ высоты ствола или несколько выше, а затем снова уменьшается к вершине ствола;

е) смешанный линейный прирост в разных частях ствола изменяется по-разному, составляя разные сочетания предыдущих основных форм прироста.

Основная первоначальная форма в молодняках – возрастающий прирост. С возрастом прирост переходит в постоянный, в стадии старения леса наблюдаются вогнутый и выпуклый приросты. При осветлении дерева проявляется падающая форма линейного прироста. В разновозрастных древостоях основной формой является постоянный прирост. Возрастающую форму дерева проходят на этапе подроста и тонкомера, до входа в основную полог насаждения.

Текущий прирост площади поперечного сечения ствола. Представляет собой площадь кольца, ширина которого равна приросту радиуса.

Способы его определения:

а) если из данных анализа ствола известны площадь сечения ствола без коры, конечная (g_a) и начальная бывшая t лет назад (g_{a-t}), то текущий прирост площади сечения вычисляют как их разность:

$$Z_g^{\text{тек}} = g_a - g_{a-t}, \quad (43)$$

б) чаще всего при таксации деревьев устанавливают значения конечного диаметра ствола (d_a) и его текущего прироста ($Z_d^{\text{тек}}$). Далее находят величину диаметра t лет назад:

$$Z_d^{\text{тек}} = d_a - d_{a-t}. \quad (44)$$

По значениям диаметров (d_a и d_{a-t}) определяют их площади сечений

в) Прирост площади сечений может находиться по длине окружности таксируемого сечения и ширине годовых слоев « i » за учетный период:

$$Z_g^{\text{тек}} = \pi \cdot d_a \cdot i \quad (45)$$

В таком виде формула показывает систематическое преувеличение результатов, т.к. в ней фигурирует длина конечной окружности сечения. С учетом этой поправки формула приобретает вид:

$$Z_g^{\text{тек}} = \pi(d_a \cdot i) \cdot i \quad (46)$$

Текущий прирост площади сечения ствола используют при нахождении прироста объёма ствола (Z_v).

Изменение с возрастом второго коэффициента формы и видового числа стволов (g_2 и f) определяется как алгебраическая их разность в возрасте a и $a - t$ лет. Эти величины могут иметь разные знаки.

ЛЕКЦИЯ 5 ТАКСАЦИЯ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ОБЪЕМА СТВОЛОВ

- 1 Сложные, упрощенные и приближенные способы определения абсолютного текущего прироста объема стволов.**
- 2 Соотношения между процентами текущего прироста стволов по таксационным показателям.**
- 3 Приближенные способы определения процента текущего прироста объема растущих деревьев.**

1 Сложные, упрощенные и приближенные способы определения абсолютного текущего прироста объема стволов

Текущий прирост объема стволов представляет собой разность конечного (V_a) и начального (V_{a-t}) объемов стволов без коры.

Отсюда, теоретически для его определения возможно использование всех математических способов вычисления этих двух объемов стволов, рассмотренных ранее. По степени точности получаемых результатов и трудоемкости работ все способы таксации текущего прироста объема подразделяются на группы:

- а) сложные – объём ствола ($V_{ств.}$) вычисляется по коротким отрезкам;
- б) упрощенные – учитываемые объемы стволов определяются по удлинённым отрезкам;
- в) приближенные – предлагаемые способы построены на разных допущениях.

В сложных методах определения текущего прироста объёма ствола ($Z_{трк}$) чаще всего используется сложная формула срединных сечений стволов.

Для таксируемого ствола измеряют высоту (h_a) и прирост высоты (Z_h) Рекомендуется высоту ствола t -лет назад ($h_a - Z_h$) разбивать от комля

на равные секций длиной « l », обычно в 1 – 2 м. Секции могут быть приняты равными в 0,1 высоты ствола в прошлом (h_{a-t}).

Однако в обычных лесоустроительных работах объемы учетных возрастов определяются отдельно с разбивкой всего ствола, теперь на принятые длины отрезков.

При упрощенных методах определяют текущий прирост объёма ($Z_v^{тек}$) бывшую высоту ствола (h_{a-t}) разбивают на небольшое число ($n=3-5$) равных по длине отрезков. Объемы отрубков (отрезков) определяют по одной из простых математических формул, чаще всего – по среднему сечению.

Приёмы измерения диаметров (d_i) и приростов диаметров (Z_{di}) стволов остаются такими же, что и в сложных методах. В дальнейшем прирост объёмов (Z_v) находят по формуле разности учитываемых объемов ствола.

По исследованиям Дворецкого, точность определения текущего прироста объёма ($Z_v^{тек}$) этими методами зависит от числа принятых отрезков (n) на стволе. Поэтому для НИР длины отрезков принимают: $l = 2$ м при $H_{cp} \geq 25$ м; $l = 1$ м при $H_{cp} = 15-24$ м; $l = 0,5$ м при $H_{cp} \leq 14$ м.

Число отрезков (отрубков) должно быть при точных расчетах ≥ 10 шт., менее точных – 5 шт., приближенных расчётах – 3 шт.

Приближённые способы определения $Z_v^{тек. пер}$ основаны на тех или иных допущениях:

а) способ по срединному сечению:

$$Z_v^{тек. пер} = (g_2 - \gamma_2) \cdot h_{a-t}, \quad (47)$$

где g_2 – площадь сечения ствола в возрасте «а» на середине бывшей высоты;

γ_2 – площадь сечения ствола в возрасте «а- t » лет на середине бывшей высоты.

При этом предполагается, что ширина годичного кольца на половине бывшей высоты является средней для всего ствола. Способ показывает среднеквадратическую ошибку в $\pm 8,4\%$, отдельные ошибки достигают $\pm 25-30\%$;

б) способ по современному видовому числу ствола предполагает, что видовое число ствола за учетный период изменяется незначительно и его можно принять постоянным:

$$Z_V^{\text{тек. пер}} = (g_{1,3} \times h_a - \gamma_{1,3} \times h_{a-t}) \times f_a \quad (48)$$

где $g_{1,3}$ – площадь сечения ствола в возрасте «а» на 1,3 м;

$\gamma_{1,3}$ – площадь сечения ствола в возрасте «а-т» лет на 1,3 м;

h_a – высота ствола в возрасте «а»;

h_{a-t} – высота ствола в возрасте «а-т»;

f_a – видовое число в возрасте «а».

Для отдельных стволов эта формула не пригодна т.к. отдельные ошибки могут достигать $\pm 30-40\%$;

в) Способ профессора А.В.Тюрина по площади боковой поверхности ствола ($S_{\text{ств}}$) и ширине годичных слоев ($i_{\text{сп}}$):

$$Z_V^{\text{тек. пер}} = S_{\text{ств}} \times i_{\text{сп}}, \quad (49)$$

где $S_{\text{ств}}$ – площадь боковой поверхности ствола;

$i_{\text{сп}}$ – средняя ширина годичных слоев учетного периода.

Предполагается, что боковая поверхность ствола равна поверхности цилиндра с основанием по середине длины ствола, а ширина годичного слоя по середине длины ствола является средней для всего ствола. Формула, по исследованиям профессора М.Л. Дворецкого, дает довольно грубые результаты.

В целом ошибки в величине текущего прироста (m_z) зависят от ошибок, с которыми вычислены объемы стволов:

$$m_z = m_1 - m_2, \quad (50)$$

где m_1 – ошибка в вычислении объема в возрасте «а» лет;
 m_2 – ошибка в вычислении объема в возрасте «а-т» лет.

Если ошибки в объемах одинаковы по величине и знаку, то текущий прирост будет определен точно, даже при неточных объемах.

Для целей сравнения энергии роста дерева по различным таксационным показателям вычисляется относительное значение прироста – *процент прироста деревьев*. Процент среднего общего прироста вычисляется по формуле 30.

В лесохозяйственной практике эта величина значения не имеет, т.к. она зависит только от возраста и при одинаковых возрастах дерева для разных показателей будет одинаковой.

Сложные методы определения текущего прироста объема ($Z_p^{тек}$) применяются в НИР. Упрощенные методы используются для выявления эффективности лесохозяйственных мероприятий. Приближенные методы применяются в лесоустроительном проектировании при назначении мероприятий ухода за лесом, проведении постепенных и выборочных рубок.

На практике текущий прирост объема ($Z_p^{тек}$) растущих деревьев чаще всего определяют через процент прироста объема (P_v), как менее варьируемого и легче определяемого показателя.

2 Соотношения между процентами текущего прироста стволов по таксационным показателям

При определении процента текущего прироста объема ствола приближенными способами используются закономерные соотношения между величинами приростов различных таксационных показателей, а также связи между приростом деревьев и, природными факторами, влияющими на этот процесс. Между процентами приростов диаметров и площадей сечений стволов в таксации выводится зависимость:

$$P_g = 2P_d - \frac{P_d^2}{100}, \quad (51)$$

где P_g – процент прироста площади сечения ствола;

P_d – процент прироста диаметра ствола.

Последний член выражения – это величина малая, и ею можно пренебречь. В результате получаем:

$$P_g = 2P_d \quad (52)$$

Соотношение между процентами прироста объема и составляющих его компонентов в формуле:

$$V_{\text{ств}} = g_{1.3} \cdot h \cdot f, \quad (53)$$

может быть представлена следующим выражением:

$$P_v = P_g + P_n + P_f - \frac{P_g P_n - P_g P_f - P_n P_f}{100} + \frac{P_g P_n P_f}{10000}, \quad (54)$$

где P_g – процент прироста площади сечения ствола;

P_d – процент прироста диаметра ствола;

P_f – процент прироста видового числа ствола.

Поэтому с некоторым приближением принимают.

$$P_v = P_g + P_n \pm P_f. \quad (55)$$

Представляет большой практический интерес соотношения между процентами прироста, вытекающие из формулы:

$$P_v = \ell + P_d, \quad (56)$$

где P_v – процент прироста объёма ствола;

P_d – процент прироста диаметра ствола;

ℓ – коэффициент.

Как показали исследования, величина коэффициента « ℓ » меняется в широких пределах – от 1,7 до 6,4 и не может быть в природе установлена точно. Аналогичная картина сохраняется в связях P_v и P_g . Следовательно, по величине процентов прироста диаметра и площади сечения ствола ($d_{1.3}$ и $g_{1.3}$) нельзя уверенно судить о размерах процента прироста объёма (P_v) даже в пределах одного и того же древостоя.

3 Приближенные способы определения процента текущего прироста объема растущих деревьев

Процент текущего объемного прироста служит целям отбора деревьев в рубку, выявления сравнительной эффективности проводимых мер ухода за лесом, вычисления ущерба от повреждения насаждений различными факторами и т.д.

На растущих деревьях процент прироста объема (P_v) определяется лишь приближенными способами, основанными на ряде допущений. Не всегда обоснованных и достаточно объективных.

Рассмотрим наиболее известные из них.

1. При отсутствии роста дерева в высоту и неизменяемости видового числа исходная формула:

$$P_v = 2P_d + P_h + P_f \quad (57)$$

приобретает вид:

$$P_v = 2P_d. \quad (58)$$

Формула Бреймана применима лишь к старым деревьям. Ошибки в молодых возрастах составляют до 35-40%

2. При условии неизменяемости только видового числа

$$P_v = 2P_d + P_h. \quad (59)$$

В таком виде формула показывает систематическое преувеличение результатов, т.к. с возрастом видовое число стволов (f) обычно падает.

Ошибка в проценте прироста объемов (ΔP_v) составляет:

$$\Delta P_v = \pm \frac{P_f}{P_v} \times 100, \quad (60)$$

где P_f —процент прироста видового числа ствола;

P_d — процент прироста объема ствола.

Для исправления этой погрешности профессор Тюрин предложил поправку к формуле:

$$P_v = 2P_d + 0,7 + P_k, \quad (61)$$

Уравнение пригодно для деревьев, прошедших кульминацию роста в высоту (старше 50 лет).

3. При условии изменения видовых высот пропорционально приростам диаметров на 1,3 м (формула Фан-дер-флита) исходная формула процента прироста объема имеет вид:

$$P_v = 3P_d. \quad (62)$$

Все три рассмотренных формулы для отдельных деревьев могут дать ошибки до 40-50% и применимы лишь к средней оценке разнородной совокупности деревьев.

Профессор Турский предложил исходить из энергии роста деревьев в высоту и толщины стволов.

Энергия роста в высоту определяется по текущему приросту дерева в высоту.

Способ, предложенный профессором Пресслером, получил широкое распространение в лесном хозяйстве. Процент объемного прироста деревьев определяется по их относительному диаметру (r), т. е. отношению диаметра ($d_{1,3}$) в настоящее время к его приросту за « t » лет;

$$r = d_{1,3} / Z_{d_{1,3}} \quad (63)$$

где r – относительный диаметр;

$d_{1,3}$ – диаметр ствола на высоте 1,3 м;

$Z_{d_{1,3}}$ – прирост диаметра ствола на высоте 1,3 м.

Исходя из предложенной им формулы процента объемного прироста он вывел уравнение

$$P_v = \frac{200}{t} \times \frac{r^s - (r - 1)^s}{r^s + (r - 1)^s}, \quad (64)$$

где s – показатель соотношения между приростами высоты и диаметров стволов;

t – продолжительность периода 3;5;10 лет.

Для отдельных деревьев показатель – «s» меняется в широких пределах от 1,8 до 6,4, однако для большей их части лежит в границах 2-3,7. Значение «s» определяется по проценту протяжения кроны и энергии роста в высоту. Для удобства пользования приведенной формулой Пресслера составлены таблицы значений процента прироста объёма (P_v) деревьев в зависимости от относительного диаметра и группы прироста деревьев соответствующим заданным значением «s».

Точность определения процента прироста (P_v) по таблице Пресслера по группам деревьев колеблется от +10% до – 5%, а для отдельных деревьев ошибки могут достигать от + 68 % до – 38 %.

Профессор Шнейдер предложил способ определения процента прироста объёма ствола (P_v) по числу годичных слоев в последнем сантиметре радиуса ствола на 1,3 м, исходя из простого процента прироста объёма ствола.

Оба способа (Пресслера и Шнейдера) страдают субъективностью оценки энергии роста дерева в высоту, что ведет к несопоставимости результатов разных исследователей.

Профессор М.Л. Дворецкий предложил для этих целей использовать величину Z_d за последние 10 лет.

Для определения процента текущего объемного прироста профессор М.Л. Дворецкий предложил формулу:

$$P_v = 2P_d \times (C_2 + 0,33), \quad (65)$$

где $C_2 = \frac{Z_{d_2(a-t)}}{Z_{d_{1,3}}}$ - отношение прироста диаметра на половине высоты

ствола в возрасте «a-t» к приросту диаметра на 1,3 м в возрасте «a».

Исследования показали, что все приближенные способы определения процента прироста объёма (P_v) не пригодны для отдельных стволов. Для группы стволов с точностью $\pm 10\%$ могут быть рекомендованы способы А.В. Тюрина, М.Л. Дворецкого, таблицы Пресслера и Шнейдера.

ЛЕКЦИЯ 6

ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРЕВОСТОЯ ЭЛЕМЕНТА ЛЕСА И СПОСОБЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1 Средний возраст, средний диаметр, средняя высота древостоя элемента леса и способы их определения.

2 Среднее видовое число, средний коэффициент формы, запас и класс товарности древостоя элемента леса. Способы их определения.

1 Средний возраст, средний диаметр, средняя высота древостоя элемента леса и способы их определения.

Таксационные показатели древостоя элемента леса следующие: порода, средний возраст, средний диаметр, средняя высота, сумма площадей сечений на 1 га, запас на 1 га, средний коэффициент формы стволов, среднее видовое число, выход сортиментов и класс товарности, показатели прироста.

Средний возраст при глазомерно-измерительных способах определяется по морфологическим признакам средних по диаметру деревьев (кора, крона и т.д.). Для уточнения подсчитывается число годовичных слоев на пне не менее чем у трех деревьев, относящихся к категории средних, при помощи возрастного бурава или на срубленных деревьях. Приняты следующие градации при глазомерно-измерительном способе определения среднего возраста: в хвойных молодняках до 10 лет, лиственных молодняках до 5 лет и культурах всех возрастов, год производства которых известен, – 1 год; в древостоях до 100 лет – 5 лет, свыше 100 лет – 10 лет.

При перечислительной таксации способ определения среднего возраста зависит от амплитуды колебания возраста отдельных деревьев: если

она меньше половины класса возраста, то средний возраст определяется как среднеарифметический:

$$A_{CP} = \frac{\sum \alpha_i}{\sum n}, \quad (66)$$

где A_{CP} – средний возраст древостоя;

$\sum \alpha_i$ – сумма возрастов обмеренных деревьев;

$\sum n$ – число отобранных для обмера отдельных деревьев.

Если амплитуда колебания возраста отдельных деревьев превышает половину класса, то средний возраст вычисляется как взвешенный, где «весом» являются суммы площадей сечений деревьев древостоя:

$$A_{CP} = \frac{\sum a_i g_i}{\sum G}, \quad (67)$$

где $\sum a_i g_i$ - сумма произведений площадей сечений групп деревьев на их возрасты;

$\sum G$ - сумма площадей сечений всего древостоя.

На одну ступень толщины проводят 1-3 замера возраста, а средний возраст устанавливается с точностью до 1 года.

Средний диаметр при глазомерно-измерительных способах определяется с точностью 2 см при среднем диаметре древостоя до 32 см и 4 см при среднем диаметре более 32 см. При этом используются закономерности в строении древостоев и варьировании этого показателя. В одновозрастных древостоях диаметр самого тонкого дерева составляет 0,5-0,6, а самого толстого - 1,7-1,8 от среднего диаметра древостоя. Поэтому средний диаметр можно определить по формуле:

$$D_{CP} = \frac{d_{\max}}{1,7 - 1,8}, \quad (68)$$

где d_{\max} – диаметр ствола на высоте 1,3 м самого толстого дерева. Н.П.

Анучин предложил вычислять средний диаметр по выражению

$$D_{CP} = 0,1 \sum d_{1,3}, \quad (69)$$

где $\Sigma d_{1,3}$ - сумма диаметров 10 деревьев, имеющих по глазомерной оценке среднюю толщину.

При перечислительной таксации средний диаметр можно вычислить по формуле

$$D_{cp} = \frac{\sum d_i n_i}{N}, \quad (70)$$

где $\Sigma d_i n_i$ – сумма произведений диаметров ступеней толщины на число стволов в них;

N – общее число стволов древостоя.

Но такой средний диаметр будет отличаться от так называемого таксационного среднего диаметра, который соответствует средней площади сечения, а главное - среднему объему ствола (важнейшему таксационному показателю). Поэтому средний диаметр вычисляется как средний квадратический:

$$D_{cp(g)} = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 n_i}{N}} \quad (71)$$

где $\Sigma d_i^2 n_i$ - сумма произведений квадратов диаметра ступеней толщины на число стволов в них.

В таксационной практике для упрощения средний таксационный диаметр находят через среднюю площадь сечения по формулам

$$g_{cp} = \frac{\sum G}{N}; \quad (72)$$

$$D_{cp(g)} = \sqrt{\frac{4 g_{cp}}{\pi}} = 1,128 \sqrt{g_{cp}}, \quad (73)$$

Средняя высота древостоя элемента леса является важным таксационным показателем. По ее значению определяется класс бонитета насаж-

дения (по преобладающей породе), разряд высот древостоев. Средняя высота древостоя служит входом в целый ряд таксационных таблиц.

При глазомерно-измерительной таксации средняя высота определяется как среднеарифметическая из высот не менее чем у 3-х деревьев, относящихся к ступени толщины со средним диаметром древостоя. Градация определения средней высоты при глазомерно-измерительной таксации составляет 0,5 м – при средней высоте до 5,0 м и 1,0 м – при средней высоте более 5,0 м. При перечислительной таксации средняя высота может определяться разными способами. При статистических расчетах среднюю высоту вычисляют как среднюю арифметическую по формуле:

$$H_{cp(n)} = \frac{\sum h_i n_i}{N}, \quad (74)$$

где $\sum h_i n_i$ - сумма произведений высот ступеней толщины на число стволов в них.

Статистическая средняя высота соответствует только среднему арифметическому диаметру, а не таксационному. Средняя таксационная высота определяется разными способами, основной из них графический. При этом замеряют диаметры и высоты у 12-15 деревьев в древостое, отобранных по методу случайной выборки из всех ступеней толщины. Данные наносятся на график (на оси абсцисс откладываются диаметры, на оси ординат - высоты) и выравниваются. Из точки, соответствующей среднему таксационному диаметру, восстанавливают перпендикуляр до пересечения с выровненной кривой и на оси ординат берут отсчет значения средней таксационной высоты. Ее значение можно получить и по уравнению регрессии между диаметрами и высотами деревьев в древостое. Наиболее приемлемо при этом уравнение кубической параболы.

Профессор Лорей еще в прошлом веке предложил следующую формулу для нахождения средней высоты:

$$H_{cp}(g) = \frac{\sum h_i g_i}{\sum G}, \quad (75)$$

где h_i – высоты деревьев отдельных ступеней толщины;

g_i – площади сечений деревьев ступеней толщины.

Большое практическое значение имеет *верхняя высота*, которая устанавливается для категории самых крупных стволов, которые были таковыми и в прошлом. Дело в том, что при рубках ухода изменяется средний диаметр, а следовательно, и средняя высота, что может привести и к изменению класса бонитета, который устанавливается по средней высоте и среднему возрасту. Такое положение противоречит самому понятию «бонитет», который указывает на почвенное плодородие, и оно, естественно, не меняется после рубок ухода. Поэтому в силу этих обстоятельств целесообразно класс бонитета устанавливать не по средней, а верхней высоте, разработав соответствующие нормативы (Свалов Н.Н., 1979).

2 Среднее видовое число, средний коэффициент формы, запас и класс товарности древостоя элемента леса. Способы их определения

Среднее видовое число древостоя элемента леса при глазомерно-измерительной таксации можно определить:

а) по формуле

$$F_{cp} = \frac{M}{\sum GH_{cp}}, \quad (76)$$

где F_{cp} – среднее видовое число;

M – общий запас древостоя на 1 га, м³;

$\sum G$ – сумма площадей сечений на 1га, м²;

H_{cp} – средняя высота в метрах;

б) по среднему значению второго коэффициента формы и средней высоте древостоя по таблице видовых чисел проф. М.Е. Ткаченко. Например, при коэффициенте формы 0,65 и средней высоте 26 м видовое число будет равно 0,441.

При перечислительной таксации среднее видовое число можно определить по данным модельных деревьев следующим образом:

а) графически, по прямой линии связи между вторым коэффициентом формы (q_2) и видовым числом (f) стволов древостоя через средний q_2 ;

б) по уравнениям регрессии между f , q_2 и h стволов (например, по формуле Шиффеля).

Среднее видовое число применяется для вычисления запаса при глазомерно-измерительной таксации по формуле 77 и вычисляется с точностью 0,001.

$$M = \Sigma GH_{cp} F, \quad (77)$$

Средний коэффициент формы (q_2) служит одним из входов в некоторые объемные таблицы (помимо $d_{1,3}$ и h стволов), а также для нахождения запасообразующего показателя видового числа, определяется с точностью 0,01. При глазомерно-измерительной таксации средний q_2 можно определить по таблице видовых чисел проф. М.Е. Ткаченко, предварительно определив среднее видовое число. Придержками может служить глазомерное определение сбежистости стволов и связь ее с коэффициентами формы, при этом для сильносбежистых стволов $q_2 = 0,55 \dots 0,60$; для средне-сбежистых $q_2 = 0,61 \dots 0,70$; малосбежистых $q_2 = 0,71 \dots 0,80$.

При перечислительных способах в процессе перече́та из разных ступеней толщины методом случайного отбора намечаются 12-15 деревьев, у которых измеряются диаметры на высоте 1,3 м и на половине высоты ствола. По ним определяют второй коэффициент формы (q_2), и с использованием корреляционной связи между $d_{1,3}$ и q_2 находится среднее значение коэффициента формы, соответствующее среднему диаметру древостоя.

Сумма площадей сечения на 1 га применяется для глазомерно-измерительного определения запаса древостоя, состава яруса, является входным признаком в некоторые таблицы определения прироста запаса. При глазомерно-измерительных способах сумма площадей сечения устанавливается при помощи полнотомера Биттерлиха или призмы Н.П. Анучина с точностью до $0,5 \text{ м}^2$. При перечислительных способах она определяется как общая площадь сечений всех деревьев, вошедших в пересчет на высоте 1,3 м на 1 га, с точностью до $0,01 \text{ м}^2$.

Запас древостоя элемента леса учитывается в кубометрах на 1 га лесопокрытой площади. Он может быть:

общим (сумма объемов всех стволов древостоя); *эксплуатационным* (часть общего запаса, пригодного для заготовки тех или иных сортиментов); *ликвидным* (часть эксплуатационного, состоящего из деловой древесины без коры и дров).

Запас древостоя при глазомерно-измерительных способах округляется до десятка м^3 , при перечислительных - определяется с точностью до 1 м^3 .

Сортиментная структура и класс товарности древостоя являются показателем качественного состояния древостоя элемента леса. Класс товарности при глазомерно-измерительной таксации устанавливается по проценту деловых стволов. При этом таксатор отсчитывает по ходовой линии подряд 10 деревьев и определяет качество их стволов (деловые, полуделовые, дровяные); затем по соотношению деловых и дровяных по таблице в зависимости от древесной породы (хвойная или лиственная) устанавливается класс товарности (таблица 6). При перечислительной таксации класс товарности определяется по проценту выхода деловой древесины. В настоящее время установлено 3 класса товарности для хвойных пород (кроме лиственницы) и 4 класса – для лиственных (включая лиственницу).

При глазомерно-измерительной таксации класс товарности устанавливается по числу деловых стволов, при перечислительной – по выходу деловой древесины. Класс товарности служит входом в товарные таблицы.

Таблица 6 – Классы товарности по выходу деловой древесины и проценту деловых деревьев

Классы товарности	Выход деловой древесины и соответствующее ему число деловых деревьев, %			
	хвойные насаждения, кроме лиственницы		лиственные насаждения и лиственница	
	по выходу деловой древесины	по числу деловых стволов	по выходу деловой древесины	по числу деловых стволов
1	81 и выше	91 и выше	71 и выше	91 и выше
2	61-80	71-90	51-70	66-90
3	До 60	До 70	31-50	41-65
4	-	-	До 30	До 40

Показатели *прироста* древостоя – это увеличение с возрастом его таксационных показателей (средний диаметр, средняя высота, средняя площадь сечения, средний объем одного ствола, крона и ее ассимилирующая поверхность и др.). Что касается среднего видового числа и среднего коэффициента формы, то, как и для отдельного дерева, речь идет об их изменении с возрастом.

Запас древостоя изменяется с возрастом в результате двух процессов: прироста стволов отдельных деревьев и отмирания части деревьев в результате естественного изреживания (отпада).

ЛЕКЦИЯ 7

ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРЕВОСТОЯ ЯРУСА, НАСАЖДЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1 Способы определения и значение таксационных показателей древостоя яруса

2 Способы определения и значение таксационных показателей насаждения

1 Способы определения и значение таксационных показателей древостоя яруса

Древостой яруса образуют деревья элементов и поколений леса, входящих в один полог насаждения. Таким образом, ярус является элементом вертикальной структуры насаждений и играет роль в продуктивности, устойчивости насаждений и выполнении ими средообразующих функций. Ярусность насаждения учитывается при организации и ведении лесного хозяйства в объектах.

Состав древостоя яруса. Для яруса устанавливается состав его древостоя, характеризующий долю участия деревьев каждого элемента и поколения леса в общем запасе яруса.

Состав древостоя записывают в виде формулы, состоящей из коэффициента состава рядом с заглавными буквами названий пород, к которым они относятся. В целях удобства весь запас яруса принимают за 10 единиц.

Коэффициент состава при НИР определяется до 0.1, при глазомерной таксации – в целых числах.

Порода, представленная наибольшим коэффициентом состава, является преобладающей, остальные – примесью. Главная порода – наиболее отвечающая целям хозяйства при данных экономических и природных условиях.

В приспевающих и старших возрастах главная порода считается преобладающей при коэффициенте состава 4 единицы и более.

Когда не известны запасы отдельных элементов леса, коэффициент состава ($K_{эл}$) вычисляют через суммы площадей сечений элементов (Σg):

$$K_{эл} = \frac{\sum g_{эл} \cdot 10}{\sum G_{яр}}, \quad (78)$$

где $\sum g_{эл}$ – сумма площадей сечений элемента леса, m^2 ;

$\sum G_{яр}$ – сумма площадей сечений яруса, m^2 ;

Значение коэффициентов состава яруса:

а) расчленение запаса смешанного древостоя на составляющие породы:

$$M_{пор.} = M_{яр} \cdot 0,1 K_{пор.}, \quad (79)$$

где $M_{пор.}$ – запас породы, m^3 ;

$M_{яр}$ – запас яруса, m^3 ;

$K_{пор.}$ – коэффициент состава породы;

б) является важным показателем для насаждения в лесу при назначении лесохозяйственных мероприятий.

Средняя высота яруса ($H_{ср}^{яр}$) – вычисляется через средние высоты составляющих элементов леса (H_j) и коэффициентов их состава (K_j):

$$H_{ср}^{яр} = \frac{\sum H_i K_i}{\sum K_i}, \quad (80)$$

где $\sum H_i K_i$ – сумма произведений высот составляющих элементов на коэффициенты их состава.

Применяется для определения запаса древостоя яруса с применением стандартных таблиц сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0 по преобладающей породе.

Сомкнутость полога, густоту и полноту древостоя яруса определяют совокупно по степени заселения территории, занимаемой насаждением.

Сомкнутость полога – характеризуется степенью смыкания полога крон деревьев. В абсолютном значении учитывается по сумме площади го-

горизонтальной проекции полога крон составляющих деревьев (ΣS_i), за вычетом их взаимных перекрытий (ΣS_j):

$$S_{пол.} = \Sigma S_i - \Sigma S_j. \quad (81)$$

Относительное значение получается делением сомкнутости полога ($S_{пол.}$) на величину занимаемой насаждениями территории ($S_{нас.}$):

$$Q_{пол.} = S_{пол.} / S_{нас.} \quad (82)$$

Это значение всегда меньше единицы.

Факторы, влияющие на сомкнутость полога: возраст древостоя, условия местопроизрастания, степень теневыносливости пород.

На пробной площади сомкнутость полога ($S_{пол.}$) определяют картированием деревьев. В лесоустроительной практике относительная сомкнутость полога ($Q_{пол.}$) определяется глазомерно.

Густота древостоя характеризуется количеством деревьев на 1 га или средним расстоянием между деревьями. Различают древостои густые, средней густоты, редкие. Ход роста таких древостоев различен. При этом следует иметь в виду, что с возрастом происходит естественное изреживание леса.

При площади питания дерева в виде квадрата количество деревьев на 1 га ($N_{га}$) определяется следующим образом:

$$N_{га} = \frac{10.000}{l_{cp}^2}, \text{ отсюда } l_{cp} = \frac{100}{\sqrt{N}}, \quad (83)$$

где l_{cp} – среднее расстояние между деревьями.

При площади питания дерева в виде правильного шестиугольника количество деревьев на 1 га определяется:

$$N_{га} = \frac{10.000}{0,866 l_{cp}^2}, \text{ отсюда } l_{cp} = \frac{107,2}{\sqrt{N}}, \quad (84)$$

где l_{cp} – среднее расстояние между деревьями.

Среднее расстояние может определяться непосредственно в лесу измерением подряд расстояний между 30-40 деревьями в одном произвольном направлении на полосе шириной до 5 м.

Полнота древостоя – по предложению профессора Третьякова, подразделяется на абсолютную и относительную.

Абсолютная полнота – это сумма площадей сечений древостоев всех элементов леса, входящих в данный ярус насаждения.

Относительная полнота показывает, какую долю занимаемой территории использует данный древостой. Вычисляется по нормальному древостою, принимаемому за 1,0, по формуле:

$$P = \frac{\sum G_{\text{факт}}}{\sum G_{\text{норм.}}}, \quad (85)$$

Где $\sum G_{\text{факт}}$ – сумма площадей сечений таксируемого древостоя, м²;

$\sum G_{\text{норм}}$ – сумма площадей сечений нормального древостоя, м².

Нормальный древостой – это наивысшая производительность леса при данной породе, классе бонитета, среднем возрасте, условиях местопроизрастания. Данные приводятся в таблицах хода роста и стандартных таблицах сумм площадей сечения и запасов при полноте 1,0.

Между относительной полнотой и относительной сомкнутостью всегда существует тесная корреляционная связь, используемая при глазомерной таксации леса. На относительную полноту влияет степень светолюбия пород, условий местопроизрастания, возраст леса.

В молодняках полнота определяется по числу стволов на 1 га по специальной шкале для пород и лесорастительных районов.

При таксации разновозрастных древостоев определяется частная полнота для каждого поколения леса, которая впоследствии суммируется. При таксации смешанных древостоев определяется полнота преобладающей ($\sum g_{\text{преобл.}}$) породы и частная полнота сопутствующих пород ($\sum g_{\text{соп.}}$):

$$P_{\text{общ.}} = P_{\text{преобл.}} + P_{\text{преобл.}} \cdot \frac{\sum g_{\text{соп.}}}{\sum g_{\text{преобл.}}}, \quad (86)$$

где $P_{\text{преобл.}}$ – относительная полнота преобладающей породы;

$\sum g_{\text{соп}}$ – сумма площадей сечений сопутствующей породы м²;

$\Sigma g_{\text{преобл}}$ – сумма площадей сечений преобладающей породы м².

За последнее время в области учения о производительности леса появились понятия: максимальная, оптимальная и критическая полноты. Выдвинута гипотеза (Кайрюкштитс, Ассман, Сенон), что максимальный прирост запаса древостоя (Z_M) связан не с наибольшим значением суммы площадей сечений древостоев (ΣG_{max}) в данных лесорастительных условиях, а с оптимальной суммой площадей сечений или абсолютной полнотой ($\Sigma G_{\text{opt.}}$), зависящей от породы, среднего возраста (A_{cp}), характера распределения деревьев по площади, соотношения их по классам роста и развития, степени перекрытия крон деревьев, почвенно-типологических условий и ряда других природных факторов.

Критическая полнота появляется при минимальном значении абсолютной полноты (ΣG_{min}), которая приводит к потере прироста запаса на 5-10 % от максимального. Снижение ее ниже критического уровня вызывает тем большую потерю, чем ниже полнота. С теоретических позиций минимальную абсолютную полноту (ΣG_{min}) более целесообразно увязывать с потерей водоохранно-защитных функций леса, с разрушением таксационных связей и закономерностей в древостоях.

Значение полноты древостоя проявляется в следующем:

- полнота является входным признаком во многие лесотаксационные таблицы;
- она применяется при глазомерно-измерительной таксации леса;
- служит для характеристики морфологии леса;
- позволяет прогнозировать размеры ухода за лесом и рубок в спелых и перестойных лесах;
- используется при проведении лесохозяйственных мероприятий.

Запас древостоя яруса ($M_{\text{яп}}$) – складывается из запасов составляющих элементов леса. При глазомерно-измерительной таксации запас определяется через относительную полноту по стандартной таблице сумм площадей сечений и запасов древостоя при полноте 1,0 по средней высоте яруса (H_{cp} яруса).

Товарная структура запаса древостоя яруса характеризуется суммой объемов одноименных сортиментов из всех элементов леса. Для яруса в целом категорию классов товарности древостоя не применяют.

Прирост запаса древостоя яруса – характеризуется суммой технических приростов всех составляющих элементов леса. Для яруса в целом не применимы показатели прироста остальных таксационных показателей.

2 Способы определения и значение таксационных показателей насаждения

Главная, преобладающая и коренная породы насаждения.

Главной породой в насаждениях признается порода, наиболее отвечающая целям хозяйства при данных природных и экономических условиях. Порода считается преобладающей, если она составляет наибольшую долю в общем запасе яруса (насаждения).

Главная порода считается преобладающей, если доля ее запаса в средневозрастных и более старших насаждениях составляет не менее 5/10, а для дуба (Д), бука (Бк), ясеня (Яс), ореха грецкого и маньчжурского не менее 4/10 общего запаса насаждения (яруса). В молодняках преобладающими породами считаются главные породы при доле их участия в составе насаждений во втором классе возраста на 1/10, а первом классе возраста на 2/10 меньше, чем указано выше.

К кедровым относятся насаждения с долей участия кедра в составе древостоев 3 ед. и более в молодняках, 4 ед. и более в средневозрастных и более старших насаждениях.

В сложных многоярусных древостоях преобладающая порода устанавливается по основному ярусу, представленному наибольшей величиной запаса.

В лесных насаждениях в пространстве и во времени происходят изменения в составе древостоев. При этом выделяются категории насаждений: коренные, коротко-производные и длительно-производные. Коренная по-

рода – наиболее соответствующая данным климатическим и почвенно-грунтовым условиям, достаточно устойчивая к смене растительности. Подробно данный вопрос освещается в курсе лесоведения.

Процессы смены пород отражаются в составляемых лесотаксационных нормативах, учитываются при назначении лесохозяйственных мероприятий при лесоустройстве.

Класс возраста насаждений. В целях удобства учета возраста леса установлены классы возраста, продолжительность которых принята:

- для хвойных и семенных твердолиственных пород – 20 лет;
- для мягколиственных пород и порослевых пород – 10 лет;
- для быстрорастущих пород при организации хозяйства в них (Т, Оск, Ив) – 5 лет. Класс возраста обозначается римскими цифрами (I, II и т.д.).

В южных и западных районах страны, в зонах высокой интенсивности лесного хозяйства продолжительность класса возраста для хвойных и твердолиственных семенных пород также установлена в 10 лет. В горных лесах Кавказа, Карпат, районах Сибири, Дальнего Востока для древесных пород с высокими возрастными рубок продолжительность класса возраста равна 40 годам. Класс возраста насаждений устанавливается по среднему возрасту (A_{cp}) преобладающей породы. Для целей организации хозяйства на основе классов возраста и установления возраста рубки проводится распределение насаждений по группе возраста (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные).

Класс бонитета насаждения характеризует качество условий местопроизрастания леса, степень пригодности почвенно-грунтовых условий для произрастания насаждений данной породы. В то же время для древостоя насаждения класс бонитета служит количественным показателем потенциальной производительности леса. Он обозначается римскими цифрами. Всего принято семь основных классов бонитета: Ia, I, II, III, IV, V, Va.

Было установлено, что лучшим показателем для отражения качества условий местопроизрастания для данной породы может служить средняя высота

древостоя (H_{cp}). Энергия накопления запаса происходит пропорционально средней высоте. Независимо от степени сомкнутости полога, при одинаковых возрастах и почвенно-грунтовых условиях средние высоты древостоев одной породы практически одинаковы.

В 1911 г. профессор М.М. Орлов разработал методику и составил общепонимательную шкалу для семенных и порослевых насаждений, а позже им разработана шкала для быстрорастущих пород.

Достоинством применения единой общей системы оценки продуктивности леса является исключение субъективного подхода к характеристике природных условий роста леса.

Недостатки применения единой бонитетной шкалы следующие:

1) В таблице для семенных насаждений в пределах каждого класса бонитета с 130 лет предусмотрено постоянство средней высоты (H_{cp}), однако для ряда пород (К, С, Л, Е) рост в высоту продолжается до 200 – 300 лет и старше.

2) Бонитетная шкала составлена для насаждений лишь умеренного роста, однако в природе наблюдаются древостои и других линий развития (возрастающая и убывающая энергия роста с возрастом).

3) Существующая бонитетная шкала представляет собой лишь статистическую таблицу распределения насаждений по классам высоты и возраста, но не является таблицей динамики высот древостоев с их возрастом по классам производительности. Не обеспечивает удовлетворительного прогноза роста насаждений в высоту, столь необходимого в целях ведения лесного хозяйства.

В совершенствовании методов бонитирования насаждений выявляются следующие направления научных поисков:

1. Уточнение и детализация роста для отдельных пород, районов, условий местопроизрастания, режимов выращивания леса. Однако при этом наряду с преимуществом проявляются и крупные недостатки такого бонитирования – это отсутствие унификации и получения характеристики лесного фонда в однозначных единицах по всей стране.

2. Введение дополнительных шкал бонитирования для древостоев с возрастающей и убывающей энергией роста с возрастом.

3. Построение динамической шкалы класса бонитета по верхней высоте древостоя, среднего возраста, происхождению и породе.

4. Аналитический метод составления системы взаимосвязанных бонитировочных шкал по породам на основе типовых линий роста древостоев в высоту, моделирование этого процесса (В.В. Загреев).

С теоретических позиций данный метод наиболее совершенен. При этом считают, что:

а) траектория роста древостоев в высоту с возрастом тождественна бонитированию насаждений;

б) бонитетные таблицы строятся по породам в зависимости от характера их роста в высоту с возрастом. Это приводит к неодинаковому числу классов бонитета для отдельных пород, т.к. границы почвенно-грунтовых условий их произрастания существенно различны;

в) для каждой породы характерны три основных типа роста древостоев по высоте, которые возможно определить в натуре по морфологическим признакам леса;

г) рост древостоев в высоту имеет S – образную кривую, зависящую от условий местопроизрастания, породы и происхождения насаждений. Для моделирования этой кривой роста возможен подбор конкретных видов уравнений. Работы в этом направлении не завершены до практической основы в лесном хозяйстве в виде ГОСТ. Поэтому сейчас нет оснований отказаться в лесоустроительных и лесоучётных работах от шкалы классов бонитета Орлова М.М.

Класс бонитета является входом во многие лесотаксационные нормативы, служит основой организации и ведения лесного хозяйства в объекте.

Тип леса (тип лесорастительных условий) устанавливается в лесоустройстве по схеме типов, разработанной для устраиваемого объекта, на основе специально заложённых пробных площадей, на которых проверяется соответствие основных диагностических признаков леса.

Тип леса служит входом в ряд лесотаксационных таблиц (таблиц хода роста, прироста запаса, шкала оценки лесовозобновления и др.), способствует правильному назначению лесохозяйственных мероприятий в процессе лесоустройства.

ЛЕКЦИЯ 8

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРОЕНИЯ ДРЕВОСТОЕВ

1 Научные концепции изучения строения древостоев

2 Значение закономерностей в строении древостоев

3 Важнейшие взаимосвязи таксационных показателей деревьев в древостоях

1 Научные концепции изучения строения насаждений

Общее представление о строении древостоев по таксационным показателям дает характер распределения числа деревьев лесу по их значениям. Например, распределение числа деревьев (N) по диаметру ($d_{1,3}$) в молодняках представляет собой убывающую кривую; в спелом лесу эта кривая близка к кривой нормального распределения; в разновозрастном лесу это могут быть выпуклые, растянутые или многовершинные кривые и т.д.

Исследованиями Вейзе, Вимменауэра в XIX в. было установлено, что в чистом однородном древостое число деревьев с диаметром на высоте 1,3 м меньше среднего диаметра древостоя ($d_{1,3} < D_{cp}$) составляет 57,5%, а с диаметром больше среднего диаметра древостоя ($d_{1,3} > D_{cp}$) составляет 42,5%.

В 1902 г. профессор Фекете расположил деревья в ельниках различных средних диаметров (D_{cp}) в порядке возрастания диаметра на высоте 1,3 м ($d_{1,3}$). Он разделил ряд на 10 групп с равным числом стволов и для границ каждой из них определил средний диаметр ($d_{1,3}$). В результате им был сделан вывод, что у деревьев, ограничивающих определенный процент от их общего числа, диаметры будут заранее установленными величинами.

Положение дерева в древостое в порядке последовательного увеличения его диаметра на 1,3 м ($d_{1,3}$), выраженное в процентах от общего числа деревьев, было названо *рангом дерева* (P_n), а относительные значения диа-

метров этих стволов в долях среднего диаметра (D_{cp}) называются *редукционными числами* диаметра (P_d).

Понятия рангов и редуцированных чисел были распространены в последующем и на остальные таксационные показатели древостоя.

Исследования различных авторов (Назлунд, Ленрот, Проден, Галай и др.) показали, что редуцированные числа таксационных показателей по рангам практически одинаковы в нормальных насаждениях различных пород и средних диаметров (D_{cp}).

Профессор А.В.Тюрин в 1923 г. пришел к выводу, что распределение деревьев в процентах по ступеням толщины обусловлено лишь средним диаметром (D_{cp}), независимо от среднего возраста (A_{cp}), породы, полноты, класса бонитета насаждений.

В 1927 г. он вводит понятие *«естественная ступень толщины»* - как размерность ступени диаметра, выраженная в десятых долях от среднего диаметра (D_{cp}), принятого за 1,0. Такие относительные ступени являются общими для всех древостоев, что позволяет делать обобщения и выводы по строению леса.

А.В.Тюрин устанавливает *«закон постоянства строения простых чистых одновозрастных насаждений»* – процентное распределение деревьев по естественным ступеням толщины не зависит от породы, класса бонитета, полноты, среднего диаметра (D_{cp}), лишь несколько зависит от возраста древостоя, и в большей мере – от интенсивности рубок ухода за лесом. Однако по однородности строения он все же выделил четыре категории древостоев: тонкомерные ($D_{cp} = 10$ см), среднемерные ($D_{cp} = 20$ см), толстомерные ($D_{cp} = 30$ см) и очень толстомерные ($D_{cp} = 40$ см).

Для обычных целей хозяйства он рекомендует пользоваться лишь двумя формами строения древостоев со средним диаметром больше 25 см и меньше 25 см ($D_{cp} \leq 25$ см и > 25 см), а для общей характеристики строения предлагает ограничиться одним обобщенным рядом распределения деревьев.

Изучение строения смешанных и сложных насаждений продолжил профессор Н.В. Третьяков. Он установил «закон единства в строении насаждений» - строение элемента леса во всех случаях носит постоянный характер независимо от породы, класса бонитета, среднего возраста, полноты, доли участия в составе древостоя яруса.

Трудами отечественных ученых – профессорами Н.П.Анучиным, М.В.Давидовым, В.К. Захаровым, М.Л. Дворецким, К.Е. Никитиным, П.А.Соколовым и др. внесен значительный вклад в изучение строения древостоев различных пород, условий местопроизрастания, средних возрастов, возрастной структуры, различных полнот, состава древостоев и т.д.

В настоящее время создан новый аналитический метод изучения закономерностей строения насаждений, основанный на выявлении математическими методами природных факторов, влияющих на структуру леса, и моделирования строения древостоев.

Выявилось, что концепции постоянства и единства строения насаждений, выдвинутые в свое время профессором А.В. Тюриным и профессором Н.В. Третьяковым, не являются универсальными, всеобщими. Они действуют лишь в узком диапазоне природных факторов (одинаковый породный состав, средний возраст, густота, строение и т.д.).

В рядах распределения деревьев по таксационным показателям в древостоях меняется место среднего дерева, редуцированные числа по рангам, размах ряда и концентрация процента числа стволов в относительных ступенях таксационного показателя, величины асимметрии и эксцесса ряда.

По степени динамичности строения от природных факторов выделяются четыре группы таксационных показателей древостоев:

- а) с весьма динамичной структурой: $d_{1,3}$, $V_{смб}$, Z_g , Z_v
- б) с существенным влиянием возраста леса: h , hf , Z_d , Z_h , P_d , P_h , P_v .
- в) с малым изменением от структурообразующих факторов: $l_{кр}$, $P_{кр}$.

г) с однородным строением описываются различными уравнениями Пирсона, Грамма-Шарлье типа А, нормального распределения и другими (γ – распределение, β – распределение Пуассона и др).

Таким образом, закономерности строения древостоев носят статистический характер. Отсюда следует важный для практики лесного хозяйства вывод о необходимости разработки и применения дифференцированных нормативных материалов для таксации древостоев (таблицы, формулы, номограммы и т.д.) вместо всеобщих.

Одной из краеугольных основ в лесной таксации является выдвинутая и обоснованная теория среднего дерева древостоя. Согласно ее дереву, среднее по диаметру ($d_{1,3}$), признается средним и по всем остальным таксационным показателям. Следовательно, редуциционные числа всех таксационных показателей для среднего дерева древостоя составляют 1,0 и их ранги одинаковы.

Ранг среднего дерева зависит от ряда природных факторов (порода и состав древостоя яруса, лесорастительные условия, средний возраст, густота, возрастная структура) и колеблется в пределах 51 – 60 %.

Между относительными степенями толщины и редуциционными числами остальных таксационных показателей существует зависимость, описываемая уравнением параболы.

2 Значение закономерностей в строении древостоев

В теории и практике лесного хозяйства закономерности строения насаждений имеют важнейшее значение:

1. Позволяют глубже познать природу лесных насаждений, являются научной базой решения проблемы производительности лесов путем правильного хозяйственного вмешательства в жизнь леса. Служат целям математического моделирования оптимальной структуры лесов будущего, достигаемой лесными культурами и рубками ухода за лесом.

2. Закономерности строения древостоев:

а) позволяют определить запас древостоев, вычислять выход сортиментов, определить прирост запаса леса;

б) служат основой составления лесотаксационных таблиц;

в) позволяют правильно расчленять сложные многоярусные насаждения на элементы и поколения леса, с высокой точностью проводить лесоучетные работы в лесных массивах.

3. Выявление закономерностей строения древостоев позволяют математически моделировать процессы роста и развития насаждений, теоретически предвидеть динамику леса в естественных условиях и при антропогенных влияниях (рубки ухода, выборочные рубки, лесосушение и т.п.).

4. Исследования закономерностей строения древостоев имеет важнейшее значение в ускорении научно-технического прогресса в лесоустройстве при разработке новой технологии и методов инвентаризации и оценки лесных ресурсов.

В настоящее время совершенствуются методы дистанционного учета лесов.

3 Важнейшие взаимосвязи таксационных показателей деревьев в древостоях

Научно-теоретической основой методов лесной таксации являются существующие математические взаимосвязи таксационных показателей деревьев между собой. Их выявление имеет важное теоретическое и практическое значение.

В практике лесного хозяйства издавна эмпирически установлены в древостоях соотношения между диаметром ($d_{1,3}$) и высотой (h). По графику высот определяется верхняя высота древостоев.

Корреляционные уравнения зависимости имеют различный вид, зависящий от породы, условий местопроизрастания, среднего возраста (A_{cp}),

сомкнутости полога, происхождения древостоев. Чаще всего используют следующие закономерности:

Кривая Шпейделя – тесная криволинейная связь между диаметром ($d_{1,3}$) и объёмом стволов ($V_{\text{ств.}}$) (кривая объёмов). По графику определяется объём среднего ствола ступени ($V_{\text{ср ст. тол.}}$) древостоев, а в дальнейшем и запас всего древостоя.

Прямая Копецкого – это прямолинейная тесная связь между площадью сечения ($g_{1,3}$) и объёмом ствола $V_{\text{ств.}}$.

По современным исследованиям, объём ствола характеризуется пологой S - образной кривой.

М.Л. Дворецкий выявил в древостоях прямолинейную связь площади сечения ($g_{1,3}$) с объёмом сучьев ($V_{\text{суч}}$), объёмом коры ($V_{\text{коры}}$) и приростом объёма ствола (Z_v).

Н.В. Третьяков при составлении таксационных таблиц использовал зависимость диаметра на высоте 1,3 м от диаметра на различных высотах, видовой высоты от средней высоты древостоя.

В древостоях в закономерных соотношениях от диаметра ($d_{1,3}$) находятся и диаметры на различных относительных высотах стволов.

Издавна в практике лесной таксации используют закономерные соотношения между видовым числом (f) и вторым коэффициентом формы (q_2), множественные корреляции между f и q_2h (Шиффель, Ткаченко), между f и $d_{1,3}h$.

Широко известны уравнения процентов приростов объёмов стволов, разработанные Тюриным, Шнейдером, Пресслером, Дворецким и др.

Исследования показали, что в одновозрастных древостоях существует прямая связь, передаваемая различными уравнениями, между приростом диаметра (Z_d) и диаметром ($d_{1,3}$).

Теоретической основой для вывода тех или иных уравнений регрессии между отдельными таксационными показателями в древостоях служат имеющиеся между ними закономерные связи и теснота этой связи. Для

выявления этих связей проводят дисперсионный, регрессионный и корреляционный анализы с использованием специального программного обеспечения, с построением математических моделей лесотаксационных зависимостей. Они служат для построения нормативно-справочной базы для таксации леса.

Наиболее тесными, высокими связями в древостоях характеризуются следующие таксационные показатели:

$d_{1,3}$ и $V_{смв}$	q_2 и f
h и $V_{смв}$	h и h_f
$d_{1,3}$ и h	Z_d и Z_v
$d_{1,3}$ и Z_d	$V_{смв}$ и Z_v
$d_{1,3}$ и Z_q	Z_q и Z_v
	P_d и P_v

В разновозрастных древостоях существуют тесные связи от возраста деревьев – $d_{1,3}$, $V_{смв}$, P_d , $P_{h_}$, P_v , h , Z_d , Z_h .

Слабая обратная связь существует в древостоях между q_2 и $d_{1,3}$; d_2 и h ; f и $d_{1,3}$; f и $h_{стволов}$. В разнородной совокупности деревьев эти связи значительно выше. По исследованиям Моиссенко, четкая взаимосвязь d_2 от h отмечается лишь в древостоях при средней высоте древостоя менее 8-10 м ($H_{ср} \leq 8 - 10$ м). В более высоких по высоте древостоях коэффициент формы (q_2) средней ступени толщины очень близок к средней величине древостоя.

ЛЕКЦИЯ 9

ТАКСАЦИЯ ЗАПАСА ДРЕВОСТОЕВ

1 Классификация способов определения запаса древостоя

2 Таксационные закономерности совокупностей элементов леса

3 Формульные, табличные, вычислительные и графические способы определения запаса древостоя

1 Классификация способов определения запаса древостоя

Определение запаса древостоя в зависимости от целей ведения хозяйства может проводиться с разной точностью, с применением различных методов оценки леса.

Практика лесного хозяйства имеет дело как с отдельным древостоем, так и с совокупностью древостоев элементов леса в определённых хозяйственных секциях, объединённых однородностью режима ведения и целей хозяйства. Для выявления запаса леса в этих секциях образуют так называемые страты – это качественно однородные группы древостоев по породе, среднему коэффициенту формы, разряду высот и типу возрастной структуры.

Основой методов учета запаса древостоя являются закономерности строения древостоя и совокупностей элементов леса.

Способы определения запаса древостоя подразделяются на следующие группы:

1) Прицельно-измерительные способы:

- визуальное определение запаса леса;
- измерение суммы площадей сечения древостоя (ΣG) и средней высоты древостоя (H_{cp}) с применением специальных формул или таблиц;
- определение относительной полноты (P) и средней высоты древостоя (H_{cp}), среднего возраста (A_{cp}), класса бонитета с применением стан-

дартных таблиц сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0 или по таблицам хода роста (ТХР) нормальных насаждений;

- аналитико-измерительное дешифрирование аэрофотоснимков.

2) *Перечислительные способы:*

а) по охвату объектов:

- со сплошным пересчетом деревьев на участке;

- с частичным пересчетом деревьев на заложенных пробных площадях;

б) по способу обработки данных:

- вычислительные способы;

- графические способы;

в) по способу определения средних объемов стволов:

- с рубкой деревьев;

- с использованием таблиц объемов стволов;

г) по способу отбора срубаемых деревьев:

- по модельным деревьям, средним по диаметру, высоте, видовому числу ($d_{1,3}, h, f$) для соответствующих групп стволов;

- по учетным деревьям, отбираемым статистическим методом.

2 Таксационные закономерности совокупностей элементов леса

Объединяющей категорией для таксационных совокупностей элементов леса выступает разряд высот, определяемый по соотношению средних диаметров и высот древостоя данной породы.

Разряды высот передают соотношения диаметров и высот деревьев в древостое. Отличаются один от другого тем, что при одних и тех же диаметрах их высоты и объемы тем больше, чем меньше номер разряда. В таком же порядке изменяется средний сбег стволов: низшие разряды – наиболее сбежистые, высшие – наиболее полнодревесные. Выпуклые линии, характеризующие изменение средних высот стволов, по ступени толщины

представляют на графике веер, расходящийся от начала координат. Внизу находятся линии низших разрядов, вверху – высших.

Разряды высот древостоя устанавливаются только по соотношению диаметра и высоты ($d_{1,3}$ и h) деревьев, независимо от среднего возраста (A_{cp}), относительной полноты (P), классов бонитета и условий местопроизрастания.

В совокупностях древостоев элементов леса по разрядам высот проявляются следующие таксационные закономерности:

1. Профессор А.В. Тюрин выявил, что в древостоях имеющих одинаковые средние высоты и диаметры наблюдается одинаковое соотношение высот и диаметров деревьев (h и $d_{1,3}$), независимо от возраста и класса бонитета насаждений, но с учётом одного лесорастительного района.

2. Профессор Н.В. Третьяков выявил, что древостои, средние деревья которых имеют одинаковые диаметры, высоты и вторые коэффициенты формы ($d_{1,3}$, h и q_2), характеризуются одинаковыми объёмами (V_{cp}), независимо от возраста, полноты, класса бонитета и других признаков леса.

3. Совокупности элементов леса в стратах обладают значительно большим диапазоном изменчивости таксационных показателей деревьев, чем в отдельном древостое. Коэффициент изменчивости их здесь выше в 1,5-1,8 раза. Однако здесь сохраняются закономерности строения по таксационным показателям, присущие отдельным древостоям.

4. Закономерности взаимосвязей таксационных показателей деревьев по разрядам высот используются при составлении объёмных и сортиментных таблиц.

5. Закономерности изменения процента выхода древесины и сортиментов от диаметра ($d_{1,3}$) используются при составлении сортиментных таблиц.

6. Закономерности распределения процента общего числа деревьев и деловых стволов по относительным ступеням толщины используются при

разработке методов учета товарной структуры леса, составления товарных таблиц.

7. Закономерные соотношения средних значений приростов по таксационным показателям древостоя от значений самих таксационных показателей используются при разработке методов учета прироста запаса древостоев.

8. Закономерности изменения средних таксационных показателей древостоя в стратах, выраженных в виде естественных рядов развития насаждений с возрастом, используются при составлении таблиц хода роста (ТХР) насаждений.

Из таксационных закономерностей, проявляющихся в отдельных древостоях элементов леса, при определении запаса можно использовать следующие:

- 1) закономерности строения древостоя элемента леса по таксационным показателям;
- 2) зависимость редуцированных чисел таксационных показателей от ранга деревьев;
- 3) зависимости коэффициента изменчивости таксационных показателей от природных факторов;
- 4) связь между редуцированными числами диаметра и остальными таксационными показателями;
- 5) важнейшие взаимосвязи таксационных показателей в древостое между собой.

3 Формульные, табличные, вычислительные и графические способы определения запаса древостоев

Академик Н.П. Анучин (1982), отстаивая необходимость унифицировать методы учета древесины и выработки единых нормативов, отмечает, что: «Этот принцип обобщений не должен игнорировать биологических особенностей отдельных пород, различий в динамике их роста и специфических особенностей среды и условий местопроизрастания». Им разработаны формульные методы определения общего запаса древостоя на основе измерения абсолютной полноты и средней высоты для светолюбивых и теневыносливых пород.

В.В. Загребев (1992) предложил следующие простейшие формулы для определения запаса древостоя элемента леса:

для сосны, лиственницы, дуба, осины, липы, граба

$$M = \Sigma G (N + 3) 0,40, \quad (87)$$

ели, пихты, бука, ольхи

$$M = \Sigma G (H + 2) 0,44, \quad (88)$$

березы

$$M = \Sigma G (H + 2,6) 0,39, \quad (89)$$

где ΣG – сумма площадей поперечных сечений стволов на 1 га (абсолютная полнота), м²;

H – средняя высота древостоя элемента леса, м.

По Н.В. Третьякову, общая формула определения запаса имеет вид

$$M = K (H - a) \cdot P, \quad (90)$$

где K и a – коэффициенты, зависящие от древесной породы;

P – относительная полнота.

$$P = \frac{\Sigma G_{\text{факт}}}{\Sigma G_{\text{табл}}}, \quad (91)$$

где $\Sigma G_{\text{факт}}$ – абсолютная полнота древостоя, определяемая в лесу с помощью полнотомеров разных систем;

$\Sigma G_{\text{табл}}$ – абсолютная полнота, взятая из таблиц при полноте 1,0 при соответствующей средней высоте. Формулы Н.В. Третьякова для конкретных древесных пород следующие:

для сосны

$$M = 17,5 \cdot (H - 2) \cdot P, \quad (92)$$

ели

$$M = 23,3 \cdot (H - 6) \cdot P, \quad (93)$$

березы

$$M = 17,5 \cdot (H - 6) \cdot P, \quad (94)$$

осины

$$M = 22,5 \cdot (H - 7) \cdot P. \quad (95)$$

Запас смешанного древостоя можно определить как сумму запасов составляющих его пород:

$$M = M_1 P_1 + M_2 P_2, \quad (96)$$

где M_1 и M_2 – запасы составляющих пород при полноте 1,0;

P_1 и P_2 – относительные полноты составляющих пород.

При отсутствии данных об относительных полнотах составляющих пород запас можно определить по формуле

$$M = (M_1 K_1 + M_2 K_2) \cdot P_{\text{общ}}, \quad (97)$$

где K_1 и K_2 – доли участия пород в составе древостоя;

$P_{\text{общ}}$ – общая относительная полнота древостоя.

Табличные способы прицельно-измерительной таксации древостоев, как и при помощи формул, основаны на измерении полноты (абсолютной или относительной) и средней высоты древостоя элемента леса. Относительная полнота определяется по таблицам хода роста нормальных насаждений или по «стандартной» таблице сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0.

Критериям полноты в сосновых насаждениях посвящена работа А.В. Вагина (1976). Он отмечает, что все подобные таблицы не учитывают при равных высотах древостоев влияние на сумму площадей сечений класса бонитета насаждений. Между тем с ухудшением условий местопроизрастания при одинаковых высотах насаждений их суммы площадей сечений уменьшаются. Работами ВНИИЛМ (В.В. Загребев, Н.В. Выводцев, В.С. Чернявский, В.П. Закутин, Н.Я. Саликов и др.) также установлена зависимость сумм площадей сечений нормальных древостоев основных лесобразующих пород от классов бонитета. По данным этих авторов, введение класса бонитета как дополнительного входа в таблицы позволяет придать им универсальность (пригодны для применения во всех районах страны) и повысить точность таксации относительных полнот и запасов за счет приведения эталонов нормальной полноты в соответствие с условиями местопроизрастания. Сведения даются по кедру, ильму и ясеню – Н.В.Третьяковым, по дубу – А.Д. Дударевым, по ольхе черной – общими таблицами хода роста, по липе – П.А. Соколовым.

Второй табличный способ прицельно-измерительной таксации запаса древостоя основан на применении так называемой «видовой высоты» (HF)

$$HF = \frac{M}{\sum G}. \quad (98)$$

где HF - видовой высота в м³, приходящаяся на 1 м² суммы площадей поперечных сечений стволов древостоя:

По исследованиям Эйнгорна, Воропанова, Загребева, Верхунова, видовой высота (HF) зависит от класса бонитета насаждений. С ухудшением условий местопроизрастания видовой высота (HF) возрастает. Влияет на величину HF также происхождение насаждений.

В лесоустроительной практике запас древостоя находится по таблице сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0 или местным таблицам хода роста (ТХР).

Вычислительные способы определения запаса леса основаны на рубке модельных и учетных деревьев в древостое. Запас древостоя представляет собой сумму объемов составляющих стволов, которую можно получить умножением объема среднего дерева на число стволов. Такое дерево называют *теоретическим модельным деревом* древостоя. Дерево, срубленное в качестве среднего, но отличающееся от него по своим таксационным показателям, называется *действительным модельным деревом* древостоя.

Площадь сечения теоретической модели:

$$g_{\text{ср}} = \frac{\Sigma G}{N} \text{ отсюда } N = \frac{\Sigma G}{g_{\text{ср}}}. \quad (99)$$

Поскольку объемы стволов изменяются пропорционально площади сечений, то в случаях несовпадения показателей теоретических и действительных моделей вычисляют скрытое число стволов древостоя (N_1):

$$N_1 = \frac{\Sigma G}{g_{\text{мод}}} \text{ и } M_{\text{др}} = V_{\text{др}} \times N_1. \quad (100)$$

Модельные деревья берутся как средние для своего древостоя или по ступени толщины древостоя. В последнем случае каждая ступень толщины рассматривается как отдельный древостой. Ошибка при рубке лишь одной средней модели древостоя может составлять $\pm 18-22\%$, поскольку сложно определить форму ствола. По данным профессора Дворецкого, точность способа модельных деревьев по ступени толщины зависит от числа отобранных деревьев. Модельные деревья по ступени толщины отбираются независимо или пропорционально числу деревьев.

Расчет запаса при взятии учетных деревьев. Определение запаса проводят по таксируемым совокупностям деревьев (ступень толщины древостоя).

Достоинством способа является простота отбора деревьев в натуре, возможность расчета необходимого числа деревьев для достижения заданной точности работ. При одном и том же количестве отобранных деревьев проценты ошибок по учетным деревьям в 1,4 раза больше, чем по модельным деревьям.

Графические способы определения запаса древостоя основаны на наличии тесной связи между $d_{1,3}$ и $V_{\text{ств}}$ (кривая объемов), а также тесной связи между $g_{1,3}$ и $V_{\text{ств}}$ (прямая объемов)(рисунок 6).

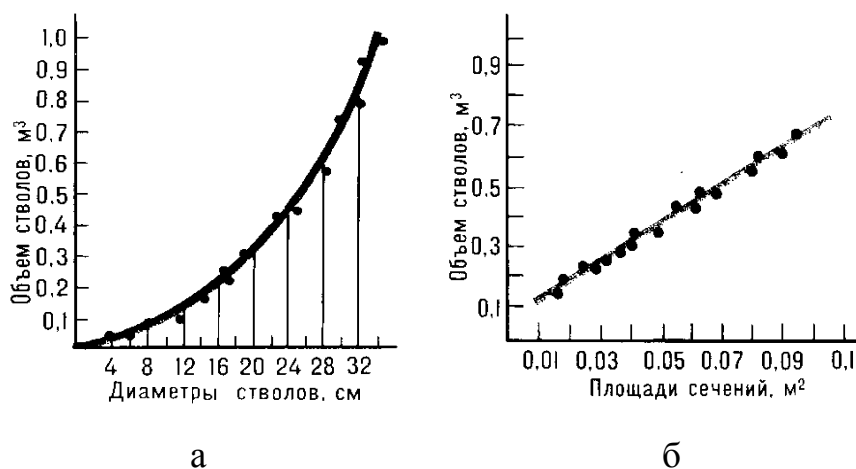


Рисунок 6 – кривая (а) и прямая (б) объемов ствола

Число деревьев должно быть не менее 10-12 шт. Точность способов кривой объемов $\pm 3\%$, а прямой объемов $\pm 2-3\%$.

Достоинства графических способов – это свобода выбора деревьев, возможность контроля удачности взятия моделей, наглядность и простота работ. Основной недостаток способа – это некоторая неопределенность и субъективность построения графиков. Данный недостаток легко устраняется математическим моделированием и построением уравнений связи ($d_{1,3}$ и $V_{\text{ств}}$; $g_{1,3}$ и $V_{\text{ств}}$).

ЛЕКЦИЯ 10

СОРТИМЕНТАЦИЯ ЗАПАСА ДРЕВОСТОЕВ

1 Теоретические основы и методы сортиментации запаса древостоев

2 Методы составления, условия и техника применения сортиментных таблиц в лесном хозяйстве

1 Теоретические основы и методы сортиментации запаса древостоев

В современных условиях задачи лесной таксации нельзя сводить лишь к определению общего запаса леса. Для обеспечения потребителей древесиной требуемого качества этот запас нужно дифференцировать на группы однородных по производственному признаку лесных материалов, выявить выход промышленной сортиментации.

Требования к размерам основных сортиментов и нормам допускаемых пороков древесины в настоящее время регламентируются следующими документами:

ГОСТ 9462-88 – лесоматериалы круглые лиственных пород.

ГОСТ 9463-88 – лесоматериалы круглые хвойных пород.

ГОСТ 3243-88 – дрова топливные.

Таксация сортиментной структуры запаса может проводиться для отдельных древостоев или же лесных массивов. От этого меняются методы сортиментации леса.

Способы определения выхода сортиментов из отдельных древостоев объединяются в следующие группы:

1. Подеревный глазомерный учет выхода сортиментов из деревьев древостоя.

2. Сортиментация со сплошной разработкой деревьев на пробной площади.

3. Сортиментация по модельным и учетным деревьям древостоя.

4. Сортиментация по таблицам сбег ствол по разрядам высот.

5. Сортиментация по существующим сортиментным таблицам.

Выбор способов зависит от поставленной цели, требуемой точности работ, необходимых трудозатрат и характера последующего использования полученных материалов.

Все способы учета сортиментной структуры древостоя опираются на закономерности строения элементов леса. При оценке качества запаса леса используются только региональные нормативы, которые создаются по лесорастительным районам страны. В один лесорастительный район включаются лесные массивы, имеющие общие закономерности роста, развития и товарной структуры запаса, при лесоучетных работах в которых применимы одинаковые справочные материалы.

Подеревная глазомерная таксация выхода сортиментов применяется для предварительного учета целевых сортиментов, получающихся из немногих деревьев древостоя при лесоинвентаризационных работах в особо ценных объектах леса.

Точность способа во многом зависит от квалификации исполнителей умения распознавать внешние и внутренние пороки древесины, знания ГОСТ.

Недостаток способа – это значительная трудоемкость, трудность учета внутренних пороков в старовозрастных и лиственных насаждениях.

Сортиментация со сплошной разработкой деревьев применяется в научно-исследовательских работах при составлении новых нормативов оценки леса, выявлении математических моделей выхода сортиментов из запаса леса и т.д.

Сортиментация по модельным и учетным деревьям древостоя широко применяется при лесоустроительных работах и научно-исследовательских работах: для таксации ценных древостоев со сложным сортиментным составом; в лиственных и перестойных хвойных древостоях с большей фаутоностью; в случаях отсутствия местных сортиментных таб-

лиц; для проверки товарной структуры лесосечного фонда, установленной другими способами.

Модели должны быть средними по диаметру и высоте ($d_{1,3}, h$), форме ствола и длине деловой части. Способ имеет ряд особенностей по сравнению с определением запаса древостоя:

1) по средней модели древостоя нельзя определить сортиментную структуру леса.

2) объемы отдельных сортиментов нельзя выравнять по кривой или прямой объемов, т.к. они имеют разные длины и заготовлены из разных частей ствола.

3) изменчивость качества древесины в древостое значительно больше, чем формы стволов, поэтому для достижения одной и той же точности учета для определения сортиментной структуры древесины необходима рубка большего числа моделей, чем при определении запаса леса.

4) при перечете все деревья подразделяются на категории технической годности (деловые, полуделовые, дрова). В пределах отдельных древостоев не проявляются закономерности их распространения по степени толщины. Они присущи лишь совокупности древостоев.

5) из двух смежных ступеней толщины нередко получаются сортименты различных видов. Поэтому модельные деревья следует отбирать из всей границы данной ступени толщины, а не ограничиваться лишь средней частью.

Определение сортиментной структуры запаса леса по модельным деревьям проводится:

а) по способу скрытого числа стволов;

б) по способу процентов выхода сортиментов.

Модельные деревья могут отбираться независимо или пропорционально числу деревьев в ступени толщины древостоев.

По способу скрытого числа стволов в случае отбора моделей независимо от числа деловых стволов в ступени толщины, выход сортиментов определяют в каждой ступени толщины отдельно.

Сортиментная структура древостоев получается суммированием результатов всех ступеней толщины по одноименному сортименту, а запас дровяной древесины определяется как сумма её из деловых и дровяных стволов ступени толщины.

Если модели отбираются пропорционально числу деловых стволов в ступени толщины, то сортиментная структура вычисляется сразу для всего древостоя через скрытое (уточнённое) число стволов всего древостоя.

По способу процентов выхода сортиментов объем каждого сортимента для конкретной модели выражается в процентах от общего объема модели и для каждой ступени толщины находится средний процент выхода одноименных сортиментов.

Товарная структура древостоев вычисляется через запасы ступеней толщины. Выход дров из дровяных стволов определяется аналогично предыдущему способу, через скрытое число дровяных стволов по ступени толщины древостоя.

При сортиментации по учетным деревьям определение сортиментной структуры леса также может проводиться:

- а) по способу скрытого числа стволов;
- б) по процентам выхода сортиментов.

Расчеты при этом ведутся сразу для всего древостоя.

Точность определения выхода сортиментов по модельным и учетным деревьям зависит от доли участия сортиментов в общем запасе древостоев.

Принята следующая точность таксации выхода сортиментов от их представленности в запасе: чем выше процент представленности сортимента в общем запасе древостоя, тем больше точность определения выхода сортиментов. Например, если доля сортимента в общем запасе древостоя

составляет более 50 %, то допустимая точность определения выхода сортиментов составит $\pm 10\%$.

Сортиментация по таблицам сбега применяется для расчета выхода сортиментов из лесосек при изменениях сортиментного плана лесозаготовок. В натуре измеряются длины деловой части из стволов древостоев и проводится их графическое выравнивание. В камеральный период по таблице сбега длину деловой части ствола подразделяют на сортименты. Объёмы определяют по диаметру в верхнем отрубе по ГОСТ 2708-75.

Теоретической основой метода является закономерность распределения стволов древостоя по ступеням толщины и второму коэффициенту формы (q_2). Недостатком метода являются субъективная оценка длины деловой части ствола, отсутствие данных о пороках древесины по длине ствола.

2 Методы составления, условия и техника применения сортиментных таблиц в лесном хозяйстве

Сортиментными называются таблицы, в которых по ступеням толщины каждого разряда высот дается разделение объема ствола на отдельные сортименты в м³ или процентах для деловых и дровяных стволов.

Объектом учета сортиментных таблиц является отдельный элемент леса. Единица наблюдения – совокупность стволов данной ступени толщины определенного разряда высот.

Виды сортиментных таблиц:

- а) по области применения – общие и региональные;
- б) по объектам таксации – для обычных древостоев и древостоев, вышедших из подсочки;
- в) по методике составления – на основе таблиц сбега и натурной раскрывки стволов на пробных площадях;
- г) по плану построения: упрощенные (выход сортиментов по категориям крупности), размерные, целевые, сортиментно-сортные.

Методы составления сортиментных таблиц:

а) по длине деловой части стволов и очередности выхода промышленных сортиментов по таблице сбega;

б) по длине деловой части стволов и распределения её по таблицам сбega на сортименты по их удельному весу в лесном хозяйстве страны;

в) по процентам выхода сортиментов в ступени толщины и объемным таблицам;

г) по результатам массовой разделки стволов на лесосеках;

д) упрощенный способ по соотношению процента длины и объемов комлевых отрезков стволов;

е) метод математических моделей образующей древесного ствола и распространенности пороков древесины по длине ствола.

В современных условиях наиболее распространенными являются способ процентов выхода сортиментов в ступени толщины и объемных таблиц. Срубают не менее 200 шт. моделей на один разряд высот. Объемы получающихся сортиментов в ступени толщины и объемы всего ствола определяют по сложной формуле срединных сечений.

По каждой ступени толщины по суммам объемов одноименных сортиментов и запасов стволов устанавливается средний процент выхода каждого сортимента и проводится их графическое и аналитическое выравнивание. По выровненным процентам выхода сортиментов по объемным таблицам находится выход сортиментов в м³.

Представляет теоретический интерес соотношение процентов длины и объемов комлевых отрезков стволов, не зависящее от породы, ступени толщины и разряда высот, которое было выявлено М.Л. Дворецким в 1941 г.

Метод математических моделей выдвинут А.Г. Мошкалевым (1969, 1982 г). На основании большого объема экспериментального материала составляются две модели:

1) образующей ствола;

2) качественного состава древесины по длине ствола в зависимости от природных факторов (возраст, тип леса, полнота, состав древесины).

Метод позволяет оперативно решать задачу изменения сортиментного плана лесозаготовок на основе динамического программирования схемы раскряжевки ствола при помощи системы ограничений показателей качественного состава запаса леса.

Технология применения сортиментных таблиц в лесном хозяйстве. В начале проводится на участке пересчет по породам, ступеням толщины и категориям качества. Разряд высот определяется обмером высот трёх средних деревьев в 3-5 центральных ступенях толщины древостоев. Далее приступают к расчету выхода сортиментов, используя специальное программное обеспечение.

По современным требованиям лесного хозяйства сортиментные таблицы составляются по отдельным лесорастительным районам страны.

Точность определения выхода сортиментов по сортиментной таблице зависит от следующих факторов:

- а) правильности пересчета деревьев по категориям технической годности;
- б) правильности установления разряда высот;
- в) соответствия средней формы стволов древостоев табличным данным;
- г) соответствия табличных показателей выхода сортиментов местным особенностям фауности древостоев;
- д) удельного веса сортимента в общем запасе древостоев.

ЛЕКЦИЯ 11 ТОВАРИЗАЦИЯ ЗАПАСА ЛЕСНОГО ФОНДА

1 Теоретические основы и методы составления товарных таблиц

2 Товаризация запаса разновозрастного леса

3 Современные проблемы товаризации лесного фонда

1 Теоретические основы и методы составления товарных таблиц

При сортиментации запасов лесных массивов применение способов таксации отдельных древостоев даже по сортиментной таблице является слишком трудоемким и требует больших вычислений.

Лесной массив представляет собой совокупность участков леса или древостоев, имеющих одинаковые величины тех или иных средних таксационных показателей ($A_{ср}$, $D_{ср}$, $H_{ср}$, класс товарности, класс бонитета и т.п.), которые называются *стратами*.

Для выявления выхода сортиментов в стратах были предложены особые таблицы, дающие сразу итоговые распределения запаса древостоев в процентах на отдельные сортименты, названные впоследствии товарными.

В товарной таблице в зависимости от породы, среднего диаметра и высоты ($D_{ср}$, $H_{ср}$), класса товарности, показывается в процентах от общего запаса древостоев средний выход основных промышленных сортиментов, дров, отходов и технологического сырья. Объекты их применения – совокупность древостоев в стратах, единица учета - отдельный древостой элемента леса.

Первая попытка составления товарных таблиц была сделана Берингером (1900 г.) для ельников Германии. В 1931 г. Н.П. Анучин составил таблицы для Ленинградской области, а в последующем – для других пород и районов страны.

В дальнейшем появились товарные таблицы разных авторов. В настоящее время таблицы завоевали прочное место в практике инвентаризации лесных массивов.

В основе товарных таблиц лежат закономерности строения совокупности элементов леса по категориям качества деревьев в зависимости от среднего диаметра древостоя, проявляющиеся лишь в больших совокупностях. Поэтому при таксации отдельных древостоев по товарной таблице могут проявиться существенные ошибки в выходе сортиментов. Товарные таблицы применяются для таксации крупных сырьевых баз, крупных лесохозяйственных, всего лесного фонда объекта для инвентаризации лесопользования.

Виды товарных таблиц по их построению:

- порода, средний диаметр (D_{cp}), средняя высота (H_{cp}), класс товарности древостоев (Третьяков Н.В.)

- порода, D_{cp} , класс товарности древостоев (Анучин Н.П.)

- порода, D_{cp} , класс товарности, стадия развития леса (Фалалеев, Верхунов П.М., Мошкалев А.Г.)

- таблица динамики товарной структуры запаса на базе таблиц хода роста (Анучин Н.П.)

- таблица товарной структуры эксплуатации запасов в области и экономики районов (Анучин Н.П., Верхунов П.М.).

По содержанию, в ряде товарных таблиц выход сортиментов выражен в процентах от общего запаса леса, в других таблицах дается распределение запаса в пределах класса товарности на деловую древесину и отходы и распределение деловой древесины в процентах по крупности и по промышленным сортиментам.

По Н.П. Анучину, выход деловой древесины в процентах от объёма ствола ($V_{ств}$) не зависит от его высоты, а распределение деловой древесины по крупности и сортиментность всецело зависит лишь от среднего диаметра (D_{cp}) древесины.

Однако, по исследованиям многих других авторов, разряд высот древесины влияет как на распределение деловой древесины по крупности, так и особо значимо на распределение по сортности. По данным Мошкалева, товарные таблицы нужно составлять для древостоя с разницей в средних высотах на 4-5 м.

Следовательно, входом в товарные таблицы средняя высота должна применяться в случае показа категорий крупности и сортности деловой древесины. Подобная конструкция товарных таблиц была утверждена ещё в 1980 г.

По области применения товарные таблиц бывают общие и региональные.

Методы составления товарных таблиц.

- по результатам сплошной разработки стволов на пробных площадях и лесосеках;

- на основе перечетов большого количества лесосек и разделки на сортименты небольшого числа моделей;

- по существующим сортиментным таблицам и рядам процентного распределения деревьев по ступеням толщины;

- по математическим моделям строения древостоев по диаметрам деревьев и качественной характеристике запаса леса в зависимости от природных факторов.

При составлении товарных таблиц прежде всего решается вопрос о числе классов товарности и границах между ними:

- по принятым в лесоустройстве классам товарности;
- по фактической величине предельных значений процентов выхода деловой древесины;
- по проценту числа деловых стволов в древостоях.

На основе массовой разделки стволов объемы сортиментов получают по таблице ГОСТ 2708-75, а объемы коры определяют по справочным данным. В итоге сразу же получают товарные таблицы.

Способ частичной разделки модельных деревьев преследует цель получения сначала сортиментных таблиц, а затем по данным процентов распределения деловых и дровяных стволов по ступеням толщины и сортиментным таблицам – необходимых товарных таблиц.

Для составления сортиментных таблиц служат: установленная по моделям величина процентов длины деловой части стволов, соотношения между процентами комлевых отрезков стволов, закономерности строения древостоев по диаметру и высоте, таблицы сбег стволы и таблицы объемов круглых лесоматериалов (ГОСТ 2708-75). Далее, по данным перечетов большого количества лесосек для каждого среднего диаметра устанавливается в процентах распределение деловых и дровяных стволов по ступеням толщины и проводится сортиментация условных древостоев, состоящих из 1000 стволов.

Составление товарных таблиц по существующим сортиментным таблицам основывается на использовании рядов распределения деревьев в процентах по ступеням толщины древостоя и имеющихся сортиментных таблиц.

Ряды распределения деревьев могут представлять собой:

- данные процентов деловых и дровяных стволов в ступенях толщины древостоев по фактическим материалам;

- данные по фактическим материалам процентов общего числа деревьев по ступеням толщины древостоев, с расчленением их на деловые и дровяные, по литературным данным;

- общие ряды распределения деревьев по ступеням толщины древостоев.

В первых двух случаях по результатам математической оценки условного древостоя из 1000 стволов при данном среднем диаметре (D_{cp}) получаются сразу же товарные таблицы.

В третьем случае в условном древостое все стволы признаются деловыми и проводится их сортиментация по принятым сортиментным табли-

цам. Выходы одноименных сортиментов выражаются в процентах от запаса деловой древесины. Получается вторая часть товарной таблицы – распределение деловой древесины по промышленным сортиментам.

В составляемых товарных таблицах процент выхода деловой древесины устанавливается по принятым нормативам (середины класса товарности, лесоустройства, местные показатели товарности древостоя и т.д.). В полученных при сортиментации лишь деловых стволов условного древостоя процент отходов вычисляют через переводной коэффициент и принятый процент деловой древесины.

Метод математических моделей строения древостоев предложен Мошкалевым в 1981 г. Сущность метода подразумевает создание двух моделей: а) модель строения древостоев по диаметру ($d_{1,3}$) деревьев; б) модель качественного состава древесины в зависимости от ряда природных факторов ($A_{ср}$, $D_{ср}$, $H_{ср}$, полнота, тип леса, состав древостоя). Это позволяет в дальнейшем по специальным программам определять выход сортиментов по сортам из запаса леса. Такой подход значительно улучшает результаты товаризации лесных массивов.

Применение товарных таблиц в лесоустройстве - по данным глазомерной таксации состава древостоя, запаса, среднего диаметра, средней высоты, класса товарности в приспевающих и старших возрастах в лесах всех категорий, в которых ведутся рубки для заготовки древесины; при вырубках в ложах водохранилищ во всех возрастах леса; при таксации лесосечного фонда при числе элементов леса более 50 шт.

Товарные таблицы не применимы: для древостоев расстроенных прежней рубкой, для оценки недорубов, для таксации мелких участков с числом стволов менее 500 шт.

Преимущества использования товарных таблиц заключается в простоте и небольших затратах. Достоверность обуславливается качеством таблиц и точностью определения среднего диаметра, средней высоты, класса товарности и запаса древостоев.

2 Товаризация запаса разновозрастных древостоев

В многолесных районах страны широко распространены древостои со сложной возрастной структурой. К ним относятся все темнохвойные насаждения Северо-Западной зоны, Восточной Сибири, бассейна озера Байкал.

По проблеме товаризации запаса этих древостоев можно выделить три научных подхода:

1. Ряд авторов (М-Мотин, Солодько, Грачев, Харитонов и др.) предлагают составить для этих насаждений особые таблицы качественной оценки, позволяющие проводить их таксацию в целом, синтетически, без разделения на те или иные поколения, ярусы или части леса. Разновозрастные древостои рассматриваются как комплексный таксационный объект, со средним общим соотношением диаметра и высоты деревьев и выходом сортиментов.

2. Некоторые исследователи (Фалалеев, Козин, Верхунов) выделяют определенные стадии, этапы развития разновозрастного леса и предлагают составить таблицы качественной оценки леса на этих стадиях.

3. Большинство авторов (Третьяков, Горский, Семечкин и др.) рекомендуют проводить таксацию запаса разновозрастных древостоев по выделенным поколениям, однако с составлением для этих частей леса единых сортиментных и товарных таблиц вне зависимости от групп их возраста. Это неизбежно приводит к получению усредненных данных товарной структуры таксируемого леса.

Оценивая эти подходы, необходимо отметить следующее: разновозрастный лес представляет собой специфический природный объект с присущими ему закономерностями таксационного строения. С биологической точки зрения – это сформировавшийся сложный системный объект с его самодвижением во времени и пространстве, с количественными и качественными изменениями в структуре леса, трансформацией причинно-следственных связей и зависимостей таксационных показателей древосто-

ев. Это с теоретических позиций не исключает возможности применения в них синтетических методов таксации, в т.ч. и для товаризации запаса.

Однако по происхождению и особенностям формирования эти древостои разнородны, не относятся к единой совокупности по строению. Для каждого из сочетаний поколений по методу синтетической таксации необходимо строить особые товарные таблицы, что ограничивает применение метода на производстве.

В то же время в разновозрастном лесу поколения проходят ряд возрастных этапов развития, в которых меняется таксационное строение, фаутиность древесины. Однако почти во всех сортиментных и товарных таблицах, применяемых в лесном хозяйстве, возраст древостоя поколения не учитывается, таблицы едины для всех этапов развития. Предполагают, что средний возраст (A_{cp}) не влияет на форму стволов, отражается лишь на диаметре, высоте и числе деловых стволов. Идею общих таблиц поддерживали Анучин, Захаров, Моисеенко. Однако это положение не является бесспорно доказанным. Влияние среднего возраста (A_{cp}) на сортиментную структуру отмечено в работах Тихомирова, Шанина, Верхунова.

Эти положения особенно важны при таксации разновозрастного леса, когда присутствуют поколения начиная от средневозрастных до перестойных, отмирающих. Выделение в сортиментных таблицах лишь разряда высот и категории деловых стволов, а в товарных таблицах лишь среднего диаметра, средней высоты и класса товарности поколения, не гарантирует одинакового выхода сортиментов в разных средних возрастах, т.к. наблюдаются различия в форме стволов с входными признаками указанных таблиц.

Все изложенное выше приводит к неизбежному выводу, что теоретически наиболее обоснованными оказываются таблицы качественной оценки, составленные для стадий и этапов развития разновозрастного леса.

3. Современные проблемы товаризации лесного фонда

Лесным кодексом РФ (2006), Концепцией устойчивого управления лесами РФ (1998) предусматривается обеспечение в условиях рыночной экономики максимального дохода от организации ресурсов. Это требует достижения нормативной точности определения показателей лесного фонда в объектах лесоустройства, повышения уровня лесоучетных работ при передаче лесов в аренду, отводе и таксации лесосек для лесных торгов и аукционов в лесничествах и др.

Практическая реализация этих задач во многом определяется качеством лесотаксационных таблиц по оценке лесосырьевых ресурсов в конкретных регионах. Однако современный уровень нормативной базы инвентаризации лесов не в полной мере соответствует рыночным условиям.

Так, по исследованиям многих авторов, при лесоустроительном проектировании и ведении хозяйства производительность древостоев снижается в среднем на 10 – 15 %. Она оценивается по стандартным таблицам сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0. Большинство из них (Третьяков, 1941; Козловский и др., 1963; Семечкин, 1975; Левин, 1966 и др.) основано на следующей формуле:

$$M = \sum G \cdot HF, \quad (101)$$

где $\sum G$ – сумма площадей сечений древостоя элемента леса, m^2 ;

HF – видовая высота.

С предположением, что сумма площадей сечений и видовая высота является функцией средней высоты, близкой для различных условий произрастания леса. Однако исследования В.В. Загреева (1978), В.С. Черняевского (1981, 1999), А.В. Вагина (1978), П.М. Верхунова (1990, 1991), Н.В. Выводцева (1999) и др. показали, что значение суммы площадей сечений в пределах породы является функцией не только средней высоты (H_{cp}), но и условий местопроизрастания, лесорастительных районов и происхождения насаждений.

Аналогично, многофакторное уравнение связи видовой высоты (HF) с природными условиями имеет вид:

$$HF = f(N_{cp} \cdot K \cdot P \cdot B \cdot П), \quad (102)$$

где K – коэффициент состава породы в запасе древостоя;

P – полнота древостоя;

B – бонитет насаждения;

П – происхождение древостоя.

Отсюда любые стандартные таблицы должны рассматриваться при лесоинвентаризационных работах как отвечающие одноярусным, одновозрастным и модальным по составу древостоям лишь определенного лесорастительного района. При конструировании же новых нормативов в качестве входных признаков следует предусмотреть лесорастительный район, происхождение и класс бонитета.

Более перспективно выявление производительности насаждение построением специальных математических моделей через системы формул, с последующим увеличением их информативной содержательности (Pettersen, 1955; Pollanschutz, 1968; Suzuki, 1971; Чуенков, 1975; Багинский, 1979; Кузьмичев, 1977; Ермаков, 1984; Кулешим, 1989 и др.).

Товаризация запаса древостоев в лесном хозяйстве проводится по сортиментным и товарным таблицам. Утверждены Рослесхозом Основные требования к этим нормативам (М.: 1980, 1993). Однако с внедрением в производство с 1991г. новых стандартов на лесопroduкцию (ГОСТ 9462-88, ГОСТ 9463-88, ТУ 13-0273685-404-89, ОСТ 13-234-87), эти нормативы требуют пересмотра и корректировки.

За последний период появились современные сортиментные и товарные таблицы для ряда регионов: горных и равнинных лесов Урала, дубрав Среднего Поволжья, лесов Северного Кавказа, березовых и осиновых древостоев Архангельской и Вологодской области, лиственницы Сибири. Эти работы должны быть продолжены во всех остальных районах страны, особенно в Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока, Центра Европейской части РФ.

Как показали исследования МарГТУ (Верхунов и др., 1997-1999), в пределах пород на выход деловой древесины, распределении ее по крупности и сортности лесопродукции достоверно влияют, кроме разряда высот, происхождение насаждений, экотопы, возрастная структура, лесорастительные районы. Это обстоятельство должно учитываться при конструировании упомянутых нормативов товаризации запасов леса как входных признаков в них.

Применяемые программные продукты обработки лесоустроительной информации с развитием рыночных отношений должны быть дополнены модулями многовариантной сортировки эксплуатационного и лесосечного фондов в объеме, определенном заказчиком (пользователем) лесоустройства, с обязательным расчетом варианта по максимуму стоимости получаемых сортиментов. Это потребует выявления закономерностей распространения сортообразующих пороков древесины в древостоях в зависимости от природных факторов, отражения в нормативах таксации сортности получаемых лесоматериалов.

Для арендуемых участков лесного фонда потребуются лесотаксационные таблицы товаризации вырубленной части древостоев при проведении рубок обновления, реформирования, реконструкции, санитарных и добровольно-выборочных рубках.

В лесоустроительных проектах должна быть рассчитана доходность лесного хозяйства от всех видов лесопользования на основе экономической их приоритетности. Для этих целей следует разработать отсутствующие до сих пор нормативы учета недревесных ресурсов и оценки невесомых полезностей леса.

Потребуется разработка методики и нормативов определения сертификации лесопродукции и экологического ущерба для лесного хозяйства от нарушений условий пользования лесом.

ЛЕКЦИЯ 12

ПРИРОСТ ЗАПАСА ДРЕВОСТОЕВ

- 1 Понятие о приросте запаса древостоя и его значение**
- 2 Классификация прироста и изменения запаса древостоя**
- 3 Проценты прироста запаса древостоя**
- 4 Определение полного текущего прироста запаса древостоя**
- 5 Определение текущего прироста запаса наличного древостоя с рубкой деревьев**
- 6 Упрощенные способы определения прироста запаса наличного древостоя**

1 Понятие о приросте запаса древостоя и его значение

Рост и развитие древостоя – сложный диалектический процесс природы. В результате взаимодействия деревьев друг с другом и со средой произрастания в древостое одновременно протекают два процесса: часть деревьев с возрастом увеличивает свои размеры, другая часть отпадает в результате естественного изреживания или проведения лесохозяйственных мероприятий (рубок ухода, выборочных рубок). В результате общий запас древостоя возрастает за счет растущих деревьев и одновременно уменьшается на объём отпавших стволов. В молодом возрасте прирост отстающих деревьев значительно больше величины отпада, поэтому запас древостоя возрастает, а в старом возрасте прирост не восполняет величины отпада, происходит уменьшение величины запаса древостоя. Эта динамика запаса с возрастом выражается линией выпуклой параболы, а процесс носит название «*прирост запаса древостоя*».

Показатели прироста отражают биологические особенности развития древостоев и позволяют глубже познать природу лесных биогеоценозов. Они находят следующее применение в лесохозяйственном производстве:

а) оценка динамики производительности лесов и характеристики лесного фонда;

- б) сравнительные оценки почвенно-типологических условий и производительность древостоев разных пород;
- в) составления таблиц хода роста, выявления нормальных, оптимальных, критических полнот древостоев и моделирования лесов будущего;
- г) определения возраста количественной технической и естественной спелости и возрастов рубок древостоев;
- д) определения экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий;
- е) расчетов объёмов пользования лесом для заготовки древесины;
- ж) решения специальных вопросов экономики лесного хозяйства (лесной кадастр и т.п.).

2 Классификация прироста и изменения запаса древостоя

В лесной таксации и лесоводственной литературе долгое время терминология прироста запаса древостоя была запутанной. Она не выдержана и в современных учебниках по лесной таксации. Трудными профессорами Тюрина, Третьякова, Науменко, Дворецкого внесена значительная ясность в содержание понятий этого явления. Значительным прогрессом явилась разработка ГОСТ 18264-72 «Классификация прироста и изменения запаса древостоя». Однако и он страдает некоторыми противоречиями.

В ОСТ 56-73-84 «Прирост древесины в древостое, классификация и символика, основные расчетные формулы, термины и определения» сделан, по сути, шаг назад, вся терминология перепутана, и приходится использовать лишь символику и расчетные формулы.

Обозначим: M_A – запас древостоя в настоящее время (сумма $V_{\text{ств}}$, составляющих растущую часть древостоя в момент учета прироста);

M_{A-n} – запас древостоя «n» - лет назад (сумма $V_{\text{ств}}$, составляющих растущую часть древостоя «n» - лет назад);

m_{A-n} – запас наращивания (сумма объёма стволов, растущих к моменту учета прироста в возрасте «n» - лет назад);

M_n^o – конечный запас деревьев отпада, появившихся в древостое за учетный период;

M_{A-n}^o начальный запас появившихся за учет период деревьев отпада в возрасте «n» – лет назад, когда они еще были живыми;

M_A^o – запас деревьев отпада за весь период жизни древостоя до возраста «A»

$M_A^{общ}$ и $M_{A-n}^{общ}$ – общая производительность древостоя в настоящее время и «n» - лет назад.

Изменение запаса древостоя с возрастом определяется по формуле:

$$\Delta M = M_A - M_{A-n}, \quad (103)$$

и называется разными авторами по-разному. Так например, по Таршкевичу – это таксационный прирост. Гурвич такое изменение называет чистым приростом. В таблицах хода роста – текущий прирост господствующей части древостоя. По ОСТ – прирост запаса древостоя (изменение). По Дворецкому, Науменко, М-Мотину – текущее изменение запаса.

Связь изменения запаса с возрастом характеризуется уравнением параболы. Так, в молодом возрасте изменение запаса повышается, достигает максимума, затем падает, достигает нуля, а в перестойных древостоях приобретает отрицательное значение.

Текущий прирост запаса наличного древостоя определяется по формуле:

$$ZM_A = M_A - m_{A-n} \text{ или } ZM_A = \sum v_i. \quad (104)$$

Тарашкевич вводит термин – «фактический текущий прирост». М-Мотин называет его действительным текущим приростом. В ОСТ он называется «общий текущий прирост» без учета текущего прироста деревьев отпада. По Дворецкому – текущий прирост запаса наличного древостоя.

Текущий прирост запаса деревьев отпада определяется по формуле:

$$ZM_n^o = M_n^o - m_{A-n}^o, \quad (105)$$

В ОСТ данная категория прироста отсутствует.

Полный текущий прирост запаса древостоя определяется по формуле:

$$ZM_{A-n} = M_A - M_{A-n} + M_n^{\circ}. \quad (106)$$

По ОСТ – общий текущий прирост с учетом текущего прироста деревьев отпада.

Общая производительность древостоя определяется по формуле:

$$M_A^{\text{общ}} = M_A + M_A^{\circ} \text{ или } M_A^{\text{общ}} = \sum_{r=1}^A ZM_{A-n}, \quad (107)$$

в ряде зарубежных стран её называют полным приростом древостоя.

3 Проценты прироста запаса древостоя

Проценты прироста запаса древостоя широко используют при изучении и учете прироста запаса леса. В лесотаксационной литературе в данном вопросе также наблюдаются некоторые расхождения. Проценты текущего прироста запаса древостоя могут быть вычислены:

а) по формуле Пресслера

$$P_{ZM}^{\text{н}} = \frac{200}{n} \times \frac{M_A - m_{A-n}}{M_A + m_{A-n}}, \quad (108)$$

аналогично определяется процент и для полного прироста.

б) по формуле простых процентов, по отношению к запасу древостоя в настоящее время

$$P_{ZM}^{\text{п}} = \frac{100}{n} \times \frac{M_A - m_{A-n}}{M_A}, \quad (109)$$

аналогично определяется для полного прироста, что приводит к несопоставимым результатам. Теоретически процент возможно определять и к запасу наращивания. Во всех исследованиях нужно указывать, каким приёмом вычислены проценты прироста запаса древостоя.

При вычислении абсолютного текущего прироста запаса древостоя по проценту текущего прироста формулы Пресслера применяют формулу:

$$ZM_{A-n} = M_A - P_{ZM}^{\text{н}} / (100 + 0.5P_{ZM}^{\text{н}}), \quad (109)$$

а по обычным процентам используют формулу:

$$ZM_{A-n} = M_A 0,01 P_{ZM}^{\text{п}}. \quad (110)$$

Средняя величина процента текущего прироста запаса древостоя P_{ZM} может находиться следующими способами:

а) через проценты прироста запасов ступеней толщины, взвешенных через площадь сечений, с округлением площади сечения до 0,1 м²:

$$\text{ср}P_{ZM} = \frac{P_{ZM} \times g_1 + P_{ZM} \times g_n}{g_1 + g_n} = \frac{\sum P_{ZM_i} \times g_i}{\sum g_i}, \quad (111)$$

б) по итоговым данным запаса и прироста всего древостоя

$$\text{ср}P_{ZM} = \frac{200}{n} \times \frac{Z_M}{2M_A - Z_M} \text{ или } \text{ср}P_{ZM} = \frac{100}{n} \times \frac{Z_M}{M_A}, \quad (112)$$

в) через проценты текущих приростов площади сечений и видовых высот древостоя:

$$\text{ср}P_{ZM} = P_g + P_{hf} - \frac{n \times P_g \times P_{gf}}{100}. \quad (113)$$

Процент среднего общего прироста древостоя не имеет практического значения.

4 Определение полного текущего прироста запаса древостоя.

Наиболее известны следующие способы определения полного текущего прироста запаса древостоя (ZM_{A-n}):

1. Способ сплошной рубки растущих деревьев и дендрохронологического анализа деревьев сухостоя и валежа (текущий прирост запаса наличного древостоя и текущий прирост деревьев отпада до их отмирания).

$$ZM_{A-n} = ZM_A + ZM_n^o. \quad (114)$$

Сущность дендрохронологии – выявление связи между шириной годовичных слоев и климатическими факторами за весь период жизни данного древостоя. Возраст появления отпада определяется сопоставлением графиков модульных коэффициентов прироста растущей модели и анализируемого сухостойного дерева.

Метод рекомендуется для глубоких НИР, связанных с выявлением природы леса, моделированием роста древостоя.

2. Способ повторных обмеров на постоянных пробных площадях (определение общей производительности древостоя за учетные периоды или же вычисление запасов и величины отпада за «n» - лет):

$$ZM_{A-n} = M_A^{\text{общ}} \text{ и } M_{A-n}^{\text{общ}} \text{ или } ZM_{A-n} = M_A - M_{A-n} + M_n^{\circ}. \quad (115)$$

Точность способа обуславливается погрешностями определениями запаса при каждом перече и составляет $\pm 10\%$, рекомендуется при НИР, связанных с изучением динамики развития леса.

3. Биогеофизический способ Г.Ф. Хильми:

$$ZM_{A-n} = C \frac{L - \beta \times M_A}{\gamma}, \quad (116)$$

где С- безразмерная постоянная, зависящая от географических координат местности;

L - количество поглощенной хвоей (листвой) насаждения солнечной энергии;

β - норма расхода солнечной энергии на поддержание жизнедеятельности единицы запаса;

γ - норма расхода солнечной энергии на прирост единицы запаса;

M_A - запас древостоя на 1 га в настоящее время.

Способ обоснован лишь с теоретических позиций, практическое применение остается не выявленным.

4. На временных пробных площадях, по методу Верхунова П.Н.

- С рубкой учетных и модельных деревьев и использованием закономерностей прироста отпада деревьев:

$$ZM_{A-n} = ZM_A + ZM_n^{\circ}. \quad (117)$$

Время появления каждого сухостойного дерева в древостое определяется по внешним морфологическим признакам. В зависимости от природных факторов рассчитывается удельный вес прироста отпада в приросте запаса растущей части леса.

5 Определение текущего прироста запаса наличного древостоя с рубкой деревьев

1. Сплошная рубка и обмер по коротким отрезкам всех стволов:

$$ZM_A = \sum Z_{Vi}. \quad (118)$$

Применяется при разработке методов учета прироста леса, проверки существующих способов, изучении взаимосвязей прироста с природными факторами.

2. Способы с рубкой частичного числа деревьев:

а) вычислительные;

б) графические (прямая прироста объема по элементарному приросту объема стволов, по Дворецкому).

Способ модельных деревьев предполагает наличие прироста объёма (Z_V) такой же связи с диаметром ($d_{1,3}$) и высотой (h), как и для объёма ствола ($V_{ств}$).

Однако, деревья, средние для древостоя, теперь не обязательно были средними по таксационным показателям «п» лет назад. Модели отбираются средними по диаметру, высоте и видовому числу ($d_{1,3}$, h , f), но не по приросту объёма (Z_V).

Данные способы используются при составлении таблиц хода роста, выявлении экономической эффективности проведения лесохозяйственных мероприятий, обосновании возрастов спелостей и размера пользования при выборочном хозяйстве.

3. Определение текущего прироста запаса наличного древостоя через проценты объема прироста срубаемых деревьев.

Точность складывается из ошибок в определении этих признаков и по сравнению с определением ZM_A непосредственно через Z_{Vi} деревьев повышается на 24-28%.

4. Определение прироста объема деревьев по специальным таблицам на основании выходных признаков: порода, $d_{1,3}$, h , и Z_d . Данный способ широко развит в зарубежных странах.

6 Упрощенные способы определения прироста запаса наличного древостоя

Упрощенные способы определения прироста запаса наличного древостоя предназначены для выявления прироста без рубки или же с рубкой лишь ограниченного числа деревьев. Они находят широкое применение в лесоустройстве для характеристики состояния продуктивности конкретных древостоев, приближенных оценок размера лесопользования при выборочном хозяйстве.

Способы подразделяются на группы:

- а) непосредственное определение прироста запаса древостоя ZM_A
- б) определение величины ZM_A через проценты прироста запаса.

В первой группе наиболее распространены следующие способы:

1. Способ профессора Б.А. Шустова – на постоянных пробных площадях определяется по формуле:

$$ZM_A = 0,53 (D_{1,3} \times D_2 \times H - d_{1,3}, d_2, \times h), \quad (119)$$

где $D_{1,3} = 1,127 \sqrt{\sum G}$ - современное суммарное значение диаметров деревьев древостоя на высоте 1,3 метра;

D_2 - современное суммарное значение диаметров деревьев древостоя на половине высоты стволов;

H – средняя высота древостоя теперь;

$d_{1,3}, d_2, h$ - бывшие значения этих показателей в возрасте $A - n$.

В таком виде точность способа в среднем составляет $\pm 5-6\%$. Отдельные ошибки составляют - $\pm 8-10\%$.

2. Способ постоянных пробных площадей с применением объемных таблиц с двумя выходами $(d_{1,3}, h)$, с таксацией запасов теперь и возрасте «А-п» M_A и m_{A-n} .

Точность способа – в среднем $\pm 8-9\%$ в отдельных случаях до $\pm 15\%$.
Изменение разряда высот древостоев с возрастом исключает возможность применения таблиц объемов стволов по разрядам высот.

3. Способ проф. Н.П. Анучина – по боковой поверхности стволов древостоя исходит из положения, что прирост запаса – это функция площади боковой поверхности ствола и диаметра древостоя ($ZM_A = f(S, Z_d)$), а боковая поверхность стволов в определенных возрастах в полных древостоях величина постоянная, зависящая лишь от класса бонитета и породы. Так, например для сосны I класса бонитета, среднего возраста 50-130 лет площадь боковой поверхности стволов на 1 га составляет – 8,9 тыс. м². Для древостоя такого же возраста, но III класса бонитета, площадь боковой поверхности стволов на 1 га составляет – 7,0 тыс. м². Прирост запаса определяется по следующей формуле:

$$ZM_A = S \times t_{1,3} \times K \times p, \quad (120)$$

где $t_{1,3}$ – средняя ширина годичного слоя деревьев на 1,3 м

$$K = \frac{\varphi Z_{d2}}{\varphi Z_{d 1,3}} \text{ (берется из специальных таблиц – в зависимости от по-}$$

роды и возраста);

p – полнота древостоя.

Ошибки составляют в среднем $\pm 20-47\%$.

Существуют следующие недостатки данного способа:

а) неизменяемость площади боковой поверхности стволов на 1 га (S) отмечается лишь в узком диапазоне возрастов, что ограничивает применение способа;

б) площадь боковой поверхности древостоя зависит от конкретных лесорастительных условий;

в) редуцирование боковой поверхности стволов на полноту приводит к завышению результатов, т.к. площадь боковой поверхности стволов (S) изменяется быстрее, чем сумма площадей сечений $\sum G$ древостоя.

Упрощенные способы определения текущего прироста запаса древостоя через проценты прироста в теоретическом отношении подразделяются на 2 группы:

среди первой группы наиболее распространены способы по таблицам Пресслера и Шнейдера. Входами в таблицам являются средние таксационные показатели древостоя, определяемые путем статистических обмеров: в среднем $\pm 8-10\%$ в отдельных случаях до $\pm 25\%$. Среди второй группы – наиболее распространены таблицы приростов В.В. Антанайтиса, с входами – порода, класс бонитета, Аср, Дср, и средние проценты прироста по видовой высоте в них взяты из таблиц хода роста (Моисеенко, Тюрина).

Введение в табличные данные уравнений связи между видовой высотой и средней высотой от природных факторов значительно улучшает результаты.

ЛЕКЦИЯ 13

ТАБЛИЦЫ ХОДА РОСТА И МЕТОДЫ ИХ СОСТАВЛЕНИЯ

1 Содержание и классификация таблиц хода роста древостоев

2 Методы составления таблиц хода роста древостоев

1 Содержание и классификация таблиц хода роста древостоев

В производственных условиях для решения ряда задач необходимо располагать данными изменения таксационных показателей древостоя с возрастом. Этим целям служат таблицы хода роста, в которых для насаждения одного естественного ряда развития показаны по 10-20-летним периодам основные таксационные показатели древостоя.

Насаждения одного естественного ряда развития – это одинаковые по составу, условиям местопроизрастания, происхождению, хозяйственному воздействию и характеру роста.

Теоретической предпосылкой таблиц является обусловленность закономерностей роста и развития леса биологическим и экологическим условиям местопроизрастания. Характер роста древостоев поколений одной породы в основном определяется:

- а) биологическими особенностями древесной породы;
- б) особенностями почвенно-климатических условий местопроизрастания по лесорастительным районам;
- в) происхождением насаждения;
- г) первоначальной густотой древостоя;
- д) хозяйственными мероприятиями по уходу за лесом.

Чаще всего таблицы хода роста составляются для чистых нормальных одновозрастных древостоев, с ненарушенным ростом, являющихся наисовершеннейшими при данных условиях местопроизрастания на пло-

щадях более 0,25 га, имеющих полноту 1,0. Расхождение по сумме площадей сечений (ΣG) допускается до 15%.

В недалёком прошлом и настоящем проводятся исследования в области построения таблиц хода роста модальных древостоев, т.е. наиболее распространенных среднеполнотных, смешанных. Имеется опыт составления таблиц хода роста разновозрастных древостоев по поколениям леса.

Содержание таблиц хода роста обычно бывает в двух вариантах:

а) с разделением на основные (господствующие) и второстепенные (подчиненные) пологи;

б) с показом таксационных показателей для всего древостоя, в т. ч. для отставшей в росте части леса.

В зависимости от исследователей содержание таблиц хода роста варьирует. Обычно для основного полога в таблицах представляют следующие показатели: H_{cp} , D_{cp} , N , M , H_F , ΔM_r , ΔM ; для второстепенного полога – n_q , d_q , h_q , Σq_q , m_q ; для всего древостоя – $M_A^{общ}$, ZM_{A-n} , ZM_{A-n} .

Классификация таблиц хода роста

1. В территориальном аспекте – а) региональные (действуют на территории с которой собран экспериментальный материал. Теоретической основой признается наличие региональных особенностей роста насаждения, зависимость лесотаксационных взаимосвязей и строения древостоя от лесорастительных условий, от макроклимата района).

б) общие (в пределах страны) – по мере накопления местных таблиц хода роста установление существующих корреляционных связей таксационных признаков с средней высотой древостоя (H_{cp}), с условиями среды и географическими районами появляется возможность перейти к теоретическим обобщениям, выявлению общих закономерностей продуктивности лесов.

В основе общих таблиц лежит признание наличия определённого единства естественного хода роста насаждений разных лесорастительных районов и условий местопроизрастания.

2. По группировке материала таблицы хода роста бывают бонитетные и типологические.

В первом случае – в пределах класса бонитета теоретически могут быть объединены совершенно противоположные типы леса.

Класс бонитета по возрастам в таблицах хода роста ведет себя по-разному:

- так, например, в таблицах Варгаса для древостоев сосны не изменяется. Такое же положение характерно для всеобщих таблиц Тюриня, Шустова.

- класс бонитета возрастает для дуба, по Шустову; ели I и II классов бонитета, по Тюрину.

- класс бонитета падает для дуба III класса бонитета, по Шустову.

Профессор Третьяков различает три типа развития древостоев: обычный, с падающей и возрастающей интенсивностью роста с возрастом.

Поэтому он считает несостоятельной идею составления общих и всеобщих таблиц хода роста, метафизических по своему существу.

При составлении таблиц хода роста по типам леса необходимо учитывать следующее:

- изменение облика насаждений и напочвенного покрова в одном и том же типе леса с возрастом;

- географическая обусловленность типов леса и различие в производительности одного и того же типа в разных лесорастительных районах;

- резкую нарушенность нижних ярусов растительности данного типа леса при низовых пожарах;

3. По степени подробности таблицы бывают следующими:

- сокращенные, с приведением лишь некоторых таксационных показателей для всего древостоя ($D_{ср}$, $H_{ср}$, $M_{га}$, $\Delta^{-n}M_t$ и ΔM , иногда N);

- полные, с показом всех таксационных показателей и выделением основного и второстепенного пологов;

-законченные, содержащие кроме того динамику товарности древостоя.

4. По составу древостоя – для чистых и смешанных древостоев.

5. По возрастному строению – для одновозрастных, условно одновозрастных и условно разновозрастных древостоев.

В целом для всего разновозрастного древостоя для всех возрастов таксационные показатели стабильны и меняются мало. Поэтому для таких объектов исследуется ход роста отдельных поколений леса и взаимоотношения поколений между собой, с выделением фаз, стадий и этапов (онтогенетического) развития разновозрастного леса.

6. по степени сомкнутости полога – для нормальных, различной сомкнутости или модельных на данный возраст.

7. по степени интенсивности проведенных рубок ухода – слабых, умеренных, сильных или очень сильных изреживаниях.

8. по происхождению – для естественных древостоев и лесных культур различной густоты.

2 Методы составления таблиц хода роста древостоев

Существует несколько методов составления таблиц хода роста древостоев.

1. *Исторический* – самый совершенный, но требующий очень длительного времени. Выбирается типичное молодое насаждение, в котором через каждые 5-10 лет проводятся повторные перечеты с вычислением всех таксационных признаков до возраста наступления естественного разрушения древостоя. Так, например, для сосны этот возраст составляет 400-500 лет, поэтому до настоящего времени они еще не составлены.

По мнению профессора Н.В. Третьякова, все остальные методы дают лишь *эскизы таблиц хода роста*. По сути дела, в таблицах отражается

лишь статистика возрастных состояний таксационных показателей на данный момент. Неизвестной остается первоначальная густота леса.

2. *Метод указательных насаждений или аналитический метод* разработан тремя поколениями лесоводов Гартигов в прошлом веке, в дальнейшем детализирован профессором А.В. Тюриным.

В лесном массиве подбираются участки леса одного естественного ряда развития, в котором старое насаждение в раннем возрасте было таким же, как имеющееся молодое. В свою очередь, молодое насаждение с возрастом должно иметь такие же таксационные показатели, которые имеет данное старое насаждение. Следовательно, ход развития старого насаждения дает указание для выбора более молодых, составляющих как бы продолжение одно другого, разные звенья одной цепи развития. Пройденные этапы более старых, различные возрастные стадии развития одного и того же указательного насаждения. Подбор древостоев проводится путем анализа хода роста в высоту и толщину 3-5 самых высоких деревьев. По Н.В. Третьякову, они берутся примерно 85 ранга толщины и являются быстро развивающимися. По данным А.И. Тарашкевича, в пределах периода 10 лет около 25-30% деревьев в древостое меняют свои ранги, самые же высокие стволы и раньше были такими же. В последующем это положение подтвердил М.Л. Дворецкий.

На основе анализа отобранных деревьев получается ход роста в высоту максимальных значений древостоя. При правильном подборе пробных площадей все линии роста дадут расхождение на более ± 1 м и идут параллельно друг другу. Разница эта вызвана влиянием лишь метеорологических факторов.

На всех подобранных пробных площадях проводится пересчет, рубка моделей и вычисление всех таксационных признаков. Обработка данных в первоначальном варианте авторов графическая.

В производственных условиях в настоящее время метод дополняется также анализом хода роста средних деревьев древостоя. При камеральной

обработке материалов применяются закономерности хода роста нормальных древостоев. Данным способом таблицы хода роста можно составить в течение одного сезона. Недостатки способа заключаются в следующем:

а) трудность выбора указательного насаждения среднего, для данного класса бонитета или условий местопроизрастания. Малейшая неудача в выборе отразится на всех таблицах, построенных на чрезвычайно небольшом числе данных по сравнению с объемом таблицы и сферой их применения;

б) погрешности в выборе моделей, минимальные неточности даже правильно подобранных моделей вызывают неисправимые, а главное – не замечаемые ошибки в таблицах;

в) указательные насаждения должны быть смолоду нормальными по развитию и все насаждения более молодые, должны быть одинаковыми с ним по происхождению, росту и хозяйственным воздействиям. Это сильно затрудняет их подбор. Кроме того, все эти древостои должны иметь полноту 1,0 с самого момента их смыкания.

3. Статистический метод

В 1881 г. Баур предложил метод полосок, согласно которому собирается массовый материал по обмеру и таксации нормальных полных насаждений различных бонитетов и возрастов, а затем составляется точный график зависимости запаса от возраста.

Пространство, занятое на графике точками, снизу и сверху ограничивается кривыми линиями и подразделяется на равные части по числу устанавливаемых классов бонитета. Посередине каждой полоски проводят среднюю кривую запасов.

По разделенным классам бонитетов проводится распределение пробных площадей. Графически устанавливаются средняя высота (H_{cp}) и другие таксационные показатели, предусмотренные таблицами хода роста по классам возраста. Полученные данные взаимно увязываются (N , D_{cp} и $\sum G H_{cp}$). Способ прост по применению и наглядности. Недостатки способа:

а) неопределенность в поведении ограничивающих кривых для крайних бонитетов, вследствие чего распределения пробных площадей по бонитетам приобретает случайный характер;

б) отсутствуют придержки для суждения о принадлежности насаждений к одной естественной линии развития;

в) нельзя быть уверенным, что составленные таблицы представляют действительно ход роста нормальных насаждений;

г) для применения способа требуется собрать значительное количество пробных площадей.

Дальнейшее развитие статистический метод получил в работах многих исследователей. По данным И.В. Семечкина, в елово-лиственных насаждениях одного возраста в ельнике – черничнике и ельнике – кисличнике Ленинградской области изменчивость таксационных показателей древо-стоя составила по средней высоте 7-8%, по диаметру 10-12%, по полноте 14-15%, по запасу 17-20%.

В результате, для получения достоверной таксационной характеристики одного класса возраста необходимо протаксировать методом случайного отбора не менее 40 различных участков леса и вывести средние данные.

Н.П. Анучин предлагает по данным таксационных описаний по каждому классу бонитетов и возрасту вывести среднюю полноту, запас, состав, $D_{ср}$, $H_{ср}$ и получить их среднеквадратическое отклонение. Отсюда насаждения высшей полноты будут характеризоваться максимальными значениями суммы площадей сечений и запаса, что соответствует таблицам хода роста нормальных насаждений.

4. *Метод повторных пересчетов или отрезков (комбинированный метод)*. Предложенный в 1857г. Гейером. В определенных лесорастительных условиях (тип леса или класс бонитета) подбираются типичные насаждения разных возрастов. В них через каждые 5 лет производят повторную

таксацию в течение 15-20 лет с вычислением всех таксационных показателей.

Таблицы составляются графическим способом. Отрезки кривых на них должны иметь частичное совпадение или же сохранение одного характера развития. Значительно отступающие от общей кривой отрезки вверх или вниз указывают на принадлежность данного насаждения к другому естественному ряду развития.

Достоинства способа: простота составления таблиц; в результате многократных обмеров вскрываются ошибки, допущенные в выборе насаждений.

Недостатки:

- а) на составление таблиц требуется время в 15-20 лет.
- б) трудность подбора однородных насаждений.

5. *Метод ЛенНИИЛХ или графико-аналитический метод Н.В. Третьякова.* С точки зрения методики исследований следует различать категории насаждений:

- а) чистые одновозрастные и не задержанные в росте;
- б) сложные древостои, из нескольких элементов леса;
- в) подвергшиеся выборочной рубке с определенным размером ствола;
- г) с периодом задержки или ускоренная роста в молодости.

Таблицы хода роста составляются не по рядам производительности (по классам бонитета), а по естественным рядам развития. Основной классификационной единицей признается тип леса, классам бонитета отводится второе место. Материал собирается по категориям древостоев и типам леса 12 пробных площадей на каждую категорию. Число стволов на пробе:

300 шт.- молодых и средневозрастных;

150 шт. в более старых;

100 шт. в сложных древостоях на элемент леса, составляющего более 20% всего запаса древостоя

Перечет древостоя проводится по элементам леса с разбивкой стволов на основную часть и вырубаемую (отпад), (основную и второстепенную пологи). Модели – не менее 12 шт. Для элемента леса, взятых равномерно по ступеням толщины. Рекомендуется проверка древостоев элементов леса в отношении «наибольшей высоты», взятой по кривой высот для дерева 85-го ранга. Контроль удачности взятия проб проводится по уравнениям. Эти же выровненные данные используются в таблицах хода роста.

Для построения таблиц хода роста используются закономерности в ходе роста и развития насаждений с нормальным ростом (с построением графиков).

б. Составление таблиц на основе типовых линий роста древостоев ВНИИЛМ. Метод предназначен для построения в производственных условиях упрощенных таблиц хода роста для чистых одновозрастных нормальных древостоев с ненарушенным развитием.

На основе анализа свыше 500 существующих таблиц хода роста по сосне и березе получены типовые линии роста древостоев по средней высоте, сумме площадей сечений.

В пределах одного класса бонитета ход роста по высоте может быть различным и характеризоваться несколькими типами роста по сходству типов леса, условий местопроизрастания, по данным анализа хода роста по высоте наиболее крупных стволов указанных древостоев. Между тем каждый класс бонитета на основании корреляционного анализа характеризуется некоторым средним типом роста в опорных возрастах, которые составляют для хвойных пород 50, 100, 150 лет, для лиственных – 20, 50, 80 лет. Подбор типов кривой хода роста древостоев по таксационным показателям проводится по значениям их в опорных возрастах. При этом для каждого из таксационных показателей могут оказаться различные типы роста.

ЛЕКЦИЯ 14

СПОСОБЫ ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК

1 Виды учёта древесины

2 Сплошной пере́чет

3 Ленточный пере́чет

4 Круговые площадки постоянного радиуса

5 Круговые реласкопические площадки

6 Таксация лесосек с использованием материалов лесоустройства

1 Виды учёта древесины

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

- а) по площади;
- б) по числу деревьев, назначенных в рубку (по пням);
- в) по количеству заготовленных лесоматериалов.

Учет по площади применяется при всех видах сплошных рубок.

Учет по числу деревьев, назначаемых в рубку (по пням), применяется при проведении:

- а) постепенных и выборочных рубок;
- б) прореживаний, проходных рубок, а также рубок обновления и реформирования при среднем диаметре древостоя более 12 см;
- в) выборочных санитарных рубок (кроме рубки сухостоя в молодняках);
- г) при рубке единичных деревьев;
- д) при мелком отпуске древесины на корню.

При учете отпускаемой древесины (по пням) назначаемые в рубку деревья предварительно клеймят. При длительно-постепенных рубках

(клеймение деревьев не производится) отпуск древесины осуществляется с определенного диаметра, устанавливаемого по пробным площадям.

Учет по количеству заготовленных материалов производится, если предварительно не представляется возможным определить запас подлежащей вырубке древесины:

- а) при осветлениях и прочистках;
- б) при прореживаниях и проходных рубках, если средний диаметр назначаемых в рубку древостоев менее 12 см;
- в) при вырубке сухостоя в молодняках, разработке горельников, валежника, бурелома и ветровала.

При отпуске второстепенных лесных материалов по количеству заготовленной продукции применяются следующие единицы измерения:

- а) тонны для – живицы, серки, барасса, коры, а также капа ценных пород;
- б) складочные кубометры - для пней, порубочных остатков, хвороста, веточного корма, хвойной лапки, кедрового и ольхового стланика;
- в) штуки для мелких сортиментов из тонкомера и хвороста, ивового прута, а также новогодних елей.

При *сплошнолесосечном способе* рубки выбор метода таксации лесосек зависит от площади лесосеки (делянки), категории лесов, полноты древостоя, густоты подроста под пологом леса, возможности применения полнотомеров и точности имеющихся материалов лесоустройства.

В низкополнотных древостоях с полнотой 0,3-0,4 и редирах в защитных и эксплуатационных лесах независимо от площади лесосек производится сплошной пересчет. В резервных лесах в таких древостоях при площади участков до 10 га производится сплошной пересчет, при большей площади отвод лесосек производится методом ленточного пересчета. Сплошной пересчет производится в лесосеке (делянке) отдельно по каждому таксационному участку (выделу). В пределах выдела, делянки или лесосеки в целом для каждой составляющей породы измеряют высоту

растущих деревьев (с помощью высотомера, эклиметра или мерной вилки с отвесом) – по три дерева в трех средних ступенях толщины. Если участие породы в составе не превышает трех единиц, то обмеряют пять деревьев этой породы из одной средней ступени толщины.

В целях повышения точности таксации лесосеки (делянки) делянки делятся по степени однородности древостоев на таксационные участки (выделы). Разделение лесосек на таксационные участки (выделы) производится:

- если в разных частях лесосеки (делянки) разряды высот одной или нескольких пород, представленных не менее чем двумя единицами состава, различаются на один разряд и более;

- при разнице в таксационной характеристике отдельных частей лесосеки(делянки): по запасу - более 15%, составу более 2 единиц, классу товарности - на один класс и более.

Минимальная площадь таксационного участка (выдела) устанавливается в 0,5 га – при большей площади лесосеки (делянки) нумеруются на абрисе, их границы в натуре визирами не отграничиваются, а отмечаются только затесками.

На углах лесосек (делянок) ставятся столбы в соответствии с ОСТ 56-44-80 «Знаки натурные лесоустроительные и лесохозяйственные. Типы, размеры и общие технические требования» диаметром 12-16 см. Столбы закапывают в землю на глубину 0,7 м. Высота столба над землей должна быть 1,3 м. Вблизи дорог столбы укрепляют крестовиной.

Верх лесосечных (деляночных) столбов затесывается на два ската. Под гребнем делается гладкая выемка – «окно» с надписью в соответствии с ОСТ 56-44-80.

Пример надписи:

25-3

СР-2011

2-6,3

1-я строка – номер квартала и выдела;

2-я строка – вид мероприятия (сплошная рубка) и год рубки;

3-я строка – номер делянки и площадь, га.

Приняты следующие основные сокращения в наименовании мероприятий:

Сплошные рубки –	СР
Постепенные рубки –	ПР
Длительно-постепенные рубки –	ДПР
Равномерно-постепенные рубки –	РПР
Группово-постепенные рубки–	ГПР
Чересполосно-постепенные–	ЧПР
Выборочные рубки –	ВР
Группово-выборочные рубки –	ГВР
Добровольно-выборочные рубки –	ДВР
Санитарные рубки сплошные –	СРС
Санитарные рубки выборочные –	СРВ
Рубки реконструкции –	РКР
Рубки реформирования–	ПРФ
Рубки обновления –	ОБН
Осветления–	ОСВ
Прочистки–	ПРЧ
Прореживание–	ПРЖ
Проходные рубки –	ПРХ
Прочие рубки-	ПРУ

При отводе лесосек под постепенные и выборочные рубки, а также рубки ухода, не покрытые лесом участки в площадь лесосеки не включаются.

При отводе лесосек составляется полевой абрис, на котором указываются:

- расположение внутренних визиров и расстояние между ними;

- привязка лесосеки к квартальной или визирной сети, промеры граничных и внутренних визиров;
- румбы линий;
- выделение внутри лесосеки неэксплуатационные площади с указанием промеров линий, а также румбов линий при геодезической съемке;
- границы таксационных участков (выделов);
- номера делянок, таксационных участков (выделов);
- расположение круговых пробных площадок и лент перече́та;
- площадь каждого эксплуатационного и неэксплуатационного выдела в пределах каждой делянки;
- расположение семенных групп, куртин и полос, участков с подростом, молодняком и их площадь.

На основании полевого абриса составляется чертеж лесосеки.

После отграничения участков, назначенных в рубку, производится таксация лесосек.

Метод таксации зависит от категории лесов, вида учета, площади лесосеки и характера древостоя.

При всех методах отвода и таксации лесосек производится учет жизнеспособного подроста хозяйственно ценных пород с указанием состава, средней высоты, возраста и количества на 1 га.

Предварительный отбор деревьев в рубку производится для всех видов постепенных и выборочных рубок, а также для рубок ухода за лесом (за исключением ухода в молодняках) и выборочных санитарных рубок (за исключением сухостоя). Отобранные в рубку деревья отмечают на высоте груди (легкой затеской, краской, мелом), а с диаметра выше 12 см клеймят у корневой шейки.

Перечет деревьев производится по породам, категориям технической годности (качества) и ступеням толщины: 4 см – при среднем диаметре древостоя выше 16 см и 2 см – при среднем диаметре древостоя до 16 см.

Перечету подлежат деревья со ступени толщины 8 см. В отдельных районах, если это обусловлено правилами рубок, перечет деревьев может начинаться с более высокого диаметра.

По технической годности (качеству) деревья делятся на три категории:

а) деловые - деревья, у которых общая длина деловых сортиментов в комлевой половине ствола составляет 6,5 м и более, а у деревьев высотой до 20 м – не менее одной трети их высоты;

б) полуделовые - деревья с длиной деловой части ствола в комлевой половине от 2 до 6,5 м, а у деревьев высотой до 20 м- от 2 м до одной трети их высоты. При необходимости откомлевки минимальная длина деловой части должна быть не менее 3м;

в) дровяные – деревья с длиной деловой части менее 2 м в комле или менее 3 м в остальной части нижней половины ствола.

При перечете деревья отмечаются знаками без повреждения камбия: деловые - одной чертой, полуделовые - двумя, дровяные - тремя чертами.

2 Сплошной перечет

Сплошной перечет производится на лесосеке (делянке) отдельно по каждому таксационному участку (выделу).

В пределах выдела, делянки или лесосеки в целом для каждой составляющей породы измеряют высоту растущих деревьев (с помощью высотомера, эклиметра или мерной вилки с отвесом) – по три дерева в трех средних ступенях толщины. Если участки породы в составе не превышают трех единиц, то обмеряют пять деревьев этой породы из одной средней ступени толщины.

Деревья для обмера высот подбирают равномерно по площади выдела (лесосеки). У каждого отобранного дерева измеряют диаметр на высоте груди с округлением до 1 см и высоту – до 0,5 м. Для обмера могут использоваться деревья, срубленные на визирах, если они близки к

средним по диаметру и высоте. Результаты обмеров заносят в ведомость перече́та.

Для повышения точности определения средней высоты деревьев преобладающей породы могут измеряться высоты у 10-15 деревьев, отобранных пропорционально числу деревьев в ступенях толщины. Средняя высота породы в этом случае снимается с графика высот, для построения которого по горизонтальной оси откладывают диаметры, по вертикальной – высоты обмеренных деревьев.

Результаты перече́та, обмера высот деревьев, отобранных семенников, учета подроста и молодняка записываются в ведомость.

3 Ленточный перече́т

Ленточный перече́т производится на лентах, закладываемых вдоль граничных линий и внутренних визиров, проложенных параллельно длинной стороне лесосеки. В зависимости от формы лесосеки, рельефа местности и особенностей древостоя допускается и иное размещение лент при условии, что они охватывают и характеризуют всю лесосеку (делянку).

Количество лент перече́та и их ширина устанавливаются в целом для лесосеки (делянки) в зависимости от ее ширины (табл. 7).

Таблица 7-Число лент перече́та и их ширина

Ширина лесосеки (делянки), м	Число лент перече́та		Ширина ленты, м	
	на граничных линиях	на внутренних визирах	на граничных линиях	на внутренних визирах
До 200	2	-	10	-
201-400	2	1	10	10
401-500	2	2	10	15

Суммарная площадь ленточных перече́тов должна составлять не менее 8 % общей площади лесосеки (делянки).

Если граничные линии проходят вдоль опушек леса, старых вырубков, широких просек или примыкают к расстроенным древостоям, таксационная характеристика которых отличается от таковой на делянке (выделе), то использование их для закладки лент перече́та не допускается и

соответственно увеличивается количество или ширина лент на внутренних визирах.

Внутренние визиры должны быть расположены примерно на равном расстоянии один от другого и от граничных линий. Не допускается граница в расстояниях между визирами более чем на 20 % от среднего расстояния между ними. Внутренние визиры прокладывают с обязательным вешением, затесками на деревьях и промером.

Правильное установление площади ленточных перечетов – одно из основных условий повышения точности таксации лесосек этим методом. Определение ширины лент перечета на глаз не допускается.

Промер ширины ленты перечета производится через каждые 20-40 м, в зависимости от просматриваемости древостоя. Границы лент отмечаются затесками на деревьях или вешками по всей длине ленты. Ширина лент может отмеряться шестом длиной 2,5 м – при ширине лент 10 м и 3,75 м – при ширине лент 15 м. Для этой же цели можно использовать дальномерную рейку в сочетании с полнотомером Биттерлиха или призмой Н.П.Анучина.

На углах лент перечета ставят кольца с указанием номера выдела и длины лент перечета.

Измерение диаметров и высот деревьев на лентах и характеристика подроста производятся так же, как при сплошном перечете. Ведомость перечета составляется на каждую делянку, а если она разделена на выделы, то на каждый выдел.

4 Круговые площадки постоянного радиуса

Круговые площадки постоянного радиуса применяются для таксации лесосек (делянок), где применение реласкопических методов затруднено из-за наличия густого подроста, подлеска или низкоопущенных крон деревьев. Размеры площадок устанавливаются для древостоев с полнотой

0,7 и выше – 400 м² (радиус – 11,28 м) и для древостоев с полнотой менее 0,7 – 600 м² (радиус 13,82 м).

Схема размещения круговых площадок постоянного радиуса по площади лесосеки (делянки) аналогична схеме размещения круговых реласкопических площадок, а их количество увеличивается в 1,5 раза. Порядок работы на площадках такой же, как при сплошном перерчете.

5 Круговые реласкопические площадки

Метод таксации лесосек путем закладки круговых реласкопических площадок применяется в древостоях площадью более 3-х га в лесах всех групп, когда нет густого подроста и подлеска, препятствующих применению полнотомеров или призмы. Полнотомер с шириной (раствором) насадки 14,1 мм применяется в древостоях со средним диаметром до 20 см, а с раствором 20 мм и призма – в древостоях со средним диаметром больше 20 см.

Количество круговых реласкопических площадок устанавливается в зависимости от площади лесосеки (делянки), однородности древостоя и его полноты.

Таблица 8-Количество полных круговых реласкопических площадок, необходимое для определения запаса с точностью ± 10 %

Категория древостоев	Полнота	Площадь, га				
		3-5	6-10	11-15	16-25	26 и более
Древостои одноярусные, чистые по составу и однородные по полноте	0.9-1.0	7	9	11	13	16
	0.6-0.8	9	12	15	18	22
	0.3-0.5	11	15	19	24	29
Древостои одноярусные смешанные, относительно однородные по составу и полноте	0.9-1.0	9	11	14	17	21
	0.6-0.8	11	14	18	22	27
	0.3-0.5	14	18	23	29	35
Древостои многоярусные, неравномерные по составу и полноте, а также древостои на склонах крутизной более 20°	0.9-1.0	11	14	18	22	27
	0.6-0.8	14	18	23	28	34
	0.3-0.5	18	23	29	35	42

Площадки закладываются равномерно по площади лесосеки на граничных и внутренних визирах. Число визиров устанавливается так же, как и при ленточном перечете. На граничных линиях закладываются не полные, а только половинные площадки.

Расстояние между центрами площадок определяется делением протяженности граничных и внутренних визиров на число установленных площадок с округлением до 10 м. Центры площадок отмечаются колышками высотой 0,5-0,7 м над землей, на которых отмечается номер круговой реласкопической площадки (затеска лицевой стороной против хода движения).

На каждой реласкопической площадке производится учет деревьев при помощи полнотомера Биттерлиха или призмы Анучина с разделением их на породы и категории технической годности (деловые, полуделовые, дровяные). Данные заносятся в ведомость таксации. Для определения среднего диаметра древостоя элемента леса измеряется диаметр на высоте 1,3 м одного среднего для каждой породы дерева (выбираемого на глаз) на каждой нечетной площадке. В последующем для камеральной обработки дополнительно необходимо определить класс бонитета для сосны и полноту для липы, как вход в таблицы видовых высот.

При обработке материалов круговых реласкопических площадок по каждому выделу отдельно определяется число полных площадок и число деревьев на них по породам и категориям технической годности. Полуделовые деревья при этом делятся пополам между деловыми и дровяными. Определяется число деревьев каждой породы, приходящееся на одну полную – площадку с точностью до 0.1, что составляет сумму площадей сечений деревьев на высоте 1.3 м в м² на 1 га в среднем для всего выдела.

Средние диаметры по породам на выделе определяются как средние арифметические из диаметров деревьев, взятых на каждой нечетной

площадке, и округляются до 2 см. По среднему диаметру и средней высоте определяется разряд высоты породы.

По районированным таблицам видовых высот определяется видовая высота по породам. Путем перемножения сумм площадей сечений на видовые высоты и реласкопический коэффициент вычисляется запас по породам отдельно для деловых и дровяных деревьев. При этом при работе с призмой и полнотомером длиной 1 м и шириной насадки 20 мм реласкопический коэффициент равен 1, а при ширине насадки полнотомера 14,1 мм – 0,5. Запас на выделе вычисляется перемножением запаса 1 га на площадь выдела.

Данные о средних диаметрах, высотах и запасах деловых и дровяных стволов по породам записываются в ведомость материально-денежной оценки.

По соотношению запаса деловых стволов ($M_{дел.}$) и общего запаса ($M_{общ.}$) определяется процент выхода деловой древесины ($P_{дел.}$) на лесосеке (выделе) по формуле:

$$P_{дел.} = K \times M_{дел.} : M_{общ.}, \quad (121)$$

где K – процент выхода деловой древесины из деловых стволов (для хвойных пород – 90 %, для лиственных пород и лиственницы – 80 %).

Полученный процент выхода деловой древесины сравнивается с табл. 9 и определяется класс товарности и подбирается соответствующая товарная таблица. При различии между фактическим выходом деловой древесины и данными товарных таблиц последние корректируются.

Таблица 9-Средний выход деловой древесины по классам товарности

Класс товарности	Средний процент выхода деловой древесины	
	хвойные	лиственные и лиственница
1	85	75
2	70	60
3	50	40
4	-	20

Для этого вычисляется поправочный коэффициент (путем деления процента выхода деловой древесины, по данным реласкопических площадок, на данные товарных таблиц для соответствующего класса товарности, диаметра и высоты). Перемножением процента выхода деловой древесины по категориям крупности, полученным по товарным таблицам, на поправочный коэффициент отыскиваются фактические проценты, а также запасы и записываются в соответствующие графы ведомости материально-денежной оценки. Запас отходов вычисляется по данным товарных таблиц без корректировки. Запас дров из деловых и дровяных стволов определяется по разности общего запаса и суммы запасов деловой древесины и отходов.

6 Таксация лесосек с использованием материалов лесоустройства

Метод используется в резервных лесах при площади лесосеки 10 га и более. Намечаемые к отводу лесосеки предварительно обследуются с обязательным составлением акта проверки. При этом по выделам закладываются круговые реласкопические площадки. Число их для контрольной таксации устанавливается: при величине выдела до 5 га – 3, от 6 до 15 га – 4 и более 16 га – 5. На контрольных круговых площадках все учетные деревья подразделяются по категориям технической годности и определяется процент выхода деловой древесины (P) по формуле:

$$P = K \times q_1 : (q_1 + q_2), \quad (122)$$

где K – выход деловой древесины из деловых стволов (для хвойных пород – 90 %, лиственных пород и лиственницы – 80 %);

q_1 – число деловых стволов;

q_2 – число дровяных стволов.

Правильность установленного при лесоустройстве класса товарности определяется сравнением полученных данных о проценте деловых стволов или

выхода деловой древесины с табличными данными классов товарности. При этом ошибок в определении класса товарности не допускается.

По остальным таксационным показателям выдела характеристика по материалам лесоустройства считается правильной, если в процессе проверки не выявлено отклонений: по возрасту главной породы (определяется по модельным деревьям) – соответствие отнесения к спелым древостоям, по запасу не более 10 %, по составу яруса – не более двух единиц.

При наличии недопускаемых отклонений хотя бы в одном из этих показателей, материалы лесоустройства для целей таксации лесосек не используются, а таксация лесосек производится другими методами. В случае отклонений данных лесоустройства от контроля в допустимых пределах, таксационная характеристика лесосеки берется из материалов лесоустройства с внесением поправок.

Поправка на давность лесоустройства в определении запаса вносится за счет естественного роста древостоя с момента лесоустройства до года рубки (если прошло 5 и более лет).

Запас на 1 га на год рубки по породе ($M_{га}$) вычисляется как сумма запасов по данным лесоустройства (M_A) и поправки (ΔM), которая представляет собой величину изменения запаса породы за n лет, прошедшие после лесоустройства до года рубки:

$$M_{га} = M_A + \Delta M. \quad (123)$$

Величина поправки равна произведению запаса на 1 га на среднегодовой процент его изменения (P_M) и число лет (n) после лесоустройства, деленное на 100:

$$\Delta M = \frac{M_A \cdot P_M \cdot n}{100}, \quad (124)$$

где P_M находится из таблицы приложения в зависимости от породы, класса бонитета и возраста.

Проверенные в натуре данные лесоустройства с внесенными изменениями в запасах заносятся в ведомость материально-денежной оценки.

С целью устранения различий между выходом деловой древесины, по данным лесоустройства и данным товарных таблиц, последние корректируются, для чего вычисляется поправочный коэффициент аналогично способу, указанному при рассмотрении круговых реласкопических площадок.

ЛЕКЦИЯ 15

ТАКСАЦИЯ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ЛЕСОПРОДУКЦИИ

- 1 Учет круглых лесоматериалов
- 2 Учет дров и мелких деловых лесоматериалов
- 3 Учет дров, служащих сырьем для пиролиза и углежжения
- 4 Учет деловых лесоматериалов длиной до 2 м
- 5 Учет лесоматериалов весовым способом
- 6 Учет сучьев, хвороста, хмыза пней и корней
- 7 Учет прочих лесоматериалов

1 Учет круглых лесоматериалов

Могут использоваться в круглом виде или служить сырьем для обработки и переработки. Технические условия (ТУ) определяются стандартами, учитываю-ются в плотных м³.

По диаметру в верхнем торце круглые лесоматериалы делятся на:

- мелкие – диаметром от 6 до 13 см,
- средние – от 14 до 24 см,
- крупные – от 26 см и более.

Диаметры в верхнем торце без коры измеряются в целых см с градацией: для мелких лесоматериалов 1 см; для средних и крупных – 2 см.

При градациях 1 см доли, равные 0,5 см и более, принимают за целый см, а доли меньше 0,5 см отбрасывают.

При градациях 2 см доли, равные 1,0 см и более, принимают за ближайšie четные числа, а доли менее 1,0 см отбрасывают.

При учете отдельных лесоматериалов или малых партий (до 100 шт.) диаметры измеряют в двух взаимно перпендикулярных направлениях, из которых вычисляют средние значения.

При учете партий более 100 шт. диаметр измеряют в одном направлении, как правило, под углом 45° к горизонтальной поверхности.

Длину круглых лесоматериалов измеряют в метрах с точностью, предусмотренной ГОСТами. При этом добавляется припуск от 3 до 10 см, составляющий 1% доли лесоматериала.

Объем определяется по таблицам ГОСТ 2708-75. При обмере диаметров лесоматериалы делят на партии с градациями 1 или 2 см. Затем по d и l из таблицы берут объем 1 шт., который умножают на количество штук в партии.

Точность учета круговых лесоматериалов неодинакова и зависит от количества учитываемых единиц. Причем чем больше лесоматериалов в партии, тем выше точность. При учете отдельных бревен могут быть значительные случайные ошибки. Лесоматериалы, заготовленные из вершинной части ствола, оказываются более сбежистыми, чем такие же по размерам, но заготовленные их комлевой и центральной части. Профессор Н.П. Анучин составил специальные таблицы для вершинных лесоматериалов.

2 Учет дров и мелких деловых лесоматериалов.

Учет дров в складочной мере.

Дровами называются лесоматериалы, предназначенные для отопления, углежжения и пиролиза (сухой перегонки).

для отопления ГОСТ 3243-88

для углежжения и пиролиза ГОСТ 24260-80

3 группы топливных дров:

1 я – твердолиственные породы береза и лиственница;

2 я – сосна, ольха;

3 я – прочие породы;

3 группы дров для углежжения:

1 – из твердолиственных пород;

2 – из хвойных пород;

3 – из мягколиственных пород;

Для пиролиза хвойные породы не используются.

Дрова из твердолиственных пород, предназначенные для пиролиза, входят в первую группу, а дрова из мягколиственных пород – во вторую.

Дрова для отопления заготавливаются длиной 0,25; 0,33; 0,50; 0,75; 1,0 м. Для углежжения допускаются дрова длиной 1,25, для пиролиза – 1,0 м.

Отклонения по длине не должны превышать $\pm 2,0$ см на 1 метр. С согласия потребителя дрова могут быть заготовлены в долготье, длина которого должна быть кратной стандартной длине поленьев. Для населения дрова кратных длины не допускаются. Дрова длиной один метр и менее и толщиной от 19 до 26 см должны быть расколотые на две части, толщиной от 28 до 40 см – на четыре части, а толщиной 42 см и более на такое количество частей, при котором наибольшая линия раскола по торцу любой части не превышала бы 22 см.

Пороки древесины, за исключением гнилей, допускаются в любых дровах без ограничения. Гниль допускается с ограничениями: в дровах для отопления не более 65%; в дровах для пиролиза – не более 3%, в кругляке для углежжения – не более 15% площади торца полена.

Для поленьев допускаемая гниль в партии для отопления не должна превышать 20% общего объема партии. Не допускается поставка дров, пораженных наружной трухлявой гнилью и домовыми грибами.

Поленья очищают от сучьев, высота оставляемых сучков не должна превышать 30 мм, дрова могут быть как в коре, так и без коры.

Укладываются в поленницы правильной прямоугольной формы на подкладки с рассортировкой по назначению, влажности и длине поленьев. Поленница закрепляется кольями или укладкой клеток по краям поленниц (на 10 м длины поленницы – не более одной клетки). Между поленницами проходы шириной не менее 0,8 м.

Ширина поленницы определяется длиной поленьев. Высота – 1,0; 1,5; 2,0 м (реже 2,5 3,0 м).

При длине поленниц более 10 м высоту измеряют через каждые 3 м. При укладке дров влажностью более 25% поленницы должны иметь не учитываемую надбавку на усушку и усадку по 3 см на каждый метр высоты.

Длину полениц измеряют на середине их высоты. Дрова длиной до 3 м учитываются в складочной мере с переводом в плотные м³. Количество плотной древесины определяется перемножением на коэффициент полнодревесности, который зависит от древесной породы, длины поленьев, их толщины и формы (круглые, колотые).

Плотность кладки полениц должна соответствовать стандартным коэффициентам полнодревесности. В сомнительных случаях плотность проверяют методом диагонали. Для этого вне клеток намечают прямоугольник с длиной основания не менее 8 м. В прямоугольнике проводят диагональ (при меньшей длине поленицы – две диагонали) с тем расчетом, чтобы диагонали пересекали не менее 60 торцов. Коэффициент полнодревесности можно вычислить по формуле:

$$K = \frac{\sum \ell_i}{L}, \quad (125)$$

где $\sum \ell_i$ – сумма протяженностей торцов, лежащих на диагонали (диагоналях),

L – длина всей диагонали.

Фактический коэффициент поленицы, состоящий из круглых поленьев, можно определить делением суммарной площади торцов поленьев, определенной на лицевой стороне поленицы в прямоугольнике площадью 4 м² на площадь этого прямоугольника. Объем дров длиной более 3 м определяют непосредственно в плотной мере по таблице ГОСТ 2708-75 по ℓ и d .

3 Учет дров, служащих сырьем для пиролиза и углежжения

Партию дров взвешивают, устанавливают влажность древесины, по установленной влажности, для соответствующей древесной породы из таблицы подбирают нужный переводный коэффициент. Умножив массу дров на переводной коэффициент, получают объем партии дров в полной мере.

ГОСТ 24260-80 предусматривает учет дров, служащих сырьем для пиролиза и углежжения в весовых единицах с последующим переводом в объемные, единицы, выраженные в плотной мере.

Технические правила учета древесного сырья для производства угля специального назначения определяются ГОСТ 8440-74. Учет древесного сырья для вы-

работки экстрактов проводят согласно ГОСТ 4106-74. Сырьё заготавливают в виде поленьев, пней, корней и отходов, а также щепы, опилок и стружек.

При этом учет сырья в виде поленьев производят по объему в складочной мере с переводом в плотную меру. Учет сырья в виде пней, корней, щепы, опилок и древесных отходов ведут по массе. Для этого массу древесного сырья определяют взвешиванием, пересчитывая её массу при относительной влажности 30%.

4 Учет деловых лесоматериалов длиной до 2 м

Некоторые круглые лесоматериалы (рудстойка, балансы и др.), имеющие длину до 2 м, учитывают в складочной мере с последующим переводом ее в плотную меру. Техника учета аналогична принятой для дров с той разницей, что используются другие коэффициенты полндревесности. Они зависят от породы, длины сортиментов, степени окорки (в коре, глубокоокоренные, без коры)

5 Учет лесоматериалов весовым способом

При определении объема партии древесины взвешивают. Полученный вес пересчитывают в объемные единицы делением на массу 1 м³ или умножением на объем 1 т древесины. При этом учитывают древесную породу и влажность древесины (ОСТ 13-59-82). Весовой способ учета по сравнению с табличным имеет достоинства и недостатки. Он сравнительно прост и менее трудоемок. Однако он связан с определением влажности учитываемой древесины, которая резко меняется из-за целого ряда причин. Ошибки в установлении влажности влекут ошибки в определении объемов, что сдерживает применение способа на практике.

6 Учет сучьев, хвороста и хмыза, пней и корней

В процессе лесозаготовок и рубок ухода заготавливается значительный объем сучьев и хвороста, мелкий хворост (длинной до 2 м) и ветви называются *хмызом*. Эта древесина используется как топливо, а также для получения технологической щепы и другой продукции. Сучья и хворост учитываются в складочной мере с последующим переводом в полную меру. Они укладываются в кучи комлями в одну сторону, закрепляемые с боков двумя парами кольев высотой от 1 до 2 м с надбавкой на усушку и осадку для хвороста 10 % и для хмыза – 20%. Эта надбавка в объем куч не засчитывается.

Измеряют ширину кучи между передней парой кольев, высоту без учета надбавки и среднюю длину. Перемножением трех измерений получают складочный объем, который с помощью переводных коэффициентов переводится в плотные м³ коэффициенты зависят, от диаметра и длины хвороста, сбежистости стволов очищенности стволов от сучьев.

Пни и корни используются в качестве топлива и являются сырьем для добычи пневого осмола. Масса их составляет до 25% запаса стволовой древесины. Пни и корни разрабатывают на части более или менее правильной формы и укладывают в кучи. Объем в складочной мере таких куч находят перемножением их длины, ширины и высоты. Для перевода полученного объема в плотную меру используют коэффициент полндревесности, в среднем равный 0,5.

7 Учет прочих лесоматериалов

Учет дров для углежжения в кострах

Дрова для углежжения укладывают в костры двух видов: стоячие, когда поленья располагаются вертикально, и лежачие – с горизонтальным расположением поленьев. В кострах лежачих учет дров ведут, так же, как и в поленницах. Вычисленный таким образом объем является складочным. Перевод его в плотную меру осуществляется с помощью коэффициентов полндревесности, используемых для дровяных поленниц (ГОСТ 3243-88).

Учет древесного угля

Древесный уголь учитывается в насыпных м³ и по массе. При учете угля по объему пользуются коэффициентами выхода древесного угля. Для этого объем дров, заложенных в печь или костер для выжигания угля, умножают на соответствующий коэффициент, который зависит от древесной породы и от способа укладки дров (костровой печной). Объем древесного угля можно получить, используя вес насыпного кубометра. Для этого вес полученного при выжигании угля делят на массу 1 м³ насыпного, который зависит от породы, способа укладки дров (в кострах печах). Если надо объем полученного угля выразить в весовых единицах без взвешивания то, поступают следующим образом: объем угля, найденный с помощью коэффициентов, умножают на массу 1 м³ насыпью.

Учет коры

Учет коры ведут весовым способом (в тоннах) в воздушно-сухом состоянии, при котором кора ломается, а не гнется. Для отправки потребителю дубильную кору прессуют в кипы массой до 80 кг и связывают проволокой. Еловую кору можно учитывать в складочных м³, для перевода которых в плотную меру используется коэффициент 0,4. Учет различных видов конечной продукции, получаемой их коры (дубителей, дегтя, пробковых материалов и т.п.), производится весовым способом.

Учет тонкомерного древесного сырья

Тонкомерное древесное сырье по ГОСТ 23827-78 заготавливают из хвойных и лиственных пород в круглом виде, оно предназначается для производства технологической щепы. Размеры сырья: по длине от 1,0 до 3,0 м с градацией через 0,5 м; по толщине от 2 до 6 см. Предельные отклонения по длине ± 5 см. Объем тонкомерного древесного сырья определяется в складочной мере с последующим переводом в плотную меру. Коэффициент перевода в плотную меру зависит от древесной породы, длины и колеблется в пределах от 0,44 до 0,54.

Коэффициент полндревесности для тонкомерного сырья, увязанного в пачки или пучки и уложенные в штабели, определяются по ГОСТ 2292-88 (как для круглых лесоматериалов длиной до 2 м).

Учет технологической щепы

Технологическая щепа, согласно ГОСТ 15815-83, предназначена для целлюлозно-бумажного и гидролизного производства, а также производства плит. По длине от 5 до 60 мм и толщине от 5 до 30 мм щепа делится на 8 марок. Учет проводится в м³ плотной массы с округлением до 0,2 м³. Для перевода насыпного объема щепы в плотный при перевозке железнодорожным транспортом применяются коэффициенты, которые зависят от способа погрузки (механическая погрузка, пневмопогрузка) и расстояния перевозки. Для перевода насыпного объема щепы в плотную при перевозке автомобильным транспортом применяются следующие коэффициенты: для отправки потребителю – 0,36; после перевозки на расстоянии до 50 км – 0,40; после перевозки на расстояние более 50 км – 0,42.

Учет древесной стружки

Стружка древесная предназначена для упаковки продовольственных и промышленных товаров, изготовления фибролитовых плит и подстилки для содержания пушных зверей. Сырьем для стружки являются круглые лесоматериалы и кусковые отходы лесопиления, деревообработки фанерного и спичечного производства. Древесную стружку учитывают по массе партиями. Стружка прессуется в тюки размером $360 \times 500 \times 750$ мм и $460 \times 585 \times 1000$ мм. По согласованию с потребителем допускается спрессовывать стружки в тюки других размеров при условии сохранения массы тюка не более 60 кг. Каждый тюк увязывают проволокой диаметром 1,8-2,0 мм двумя поясами вдоль.

Учет древесных опилок

Опилки древесные технологические для гидролиза учитываются в м^3 плотной массы с округлением до $0,1\text{м}^3$. Для перевода насыпного объема в плотный применяются коэффициенты: для отгрузки потребителю – 0,28; при перевозке автомобильным транспортом на расстояние 5 км – 0,30; при перевозке автомобильным и железнодорожным транспортом на расстояние от 5 до 50 км – 0,34; на расстояние от 50 до 500 км – 0,36; на расстояние более 500 км – 0,38.

Учет опилок при подаче их потребителю непосредственно транспортерами производят с помощью автоматических весов в единицах массы с последующим пересчетом в объемные единицы. В этом случае объем опилок (V), поставляемый за определенный промежуток времени, вычисляется по формуле:

$$V = \frac{m_1}{m_2}, \quad (126)$$

где m_1 - масса опилок, поставляемая за определенный промежуток времени при данной влажности, кг;

m_2 - масса 1м^3 древесины при той же влажности.

Учет древесной зелени и древесной муки

Древесная зелень (хвоя, листья, почки и недревесневшие побеги) предназначены для выработки древесной муки и продуктов лесо-биохимического про-

изводства, а также использования в свежезаготовленном виде в качестве добавки в рацион сельскохозяйственных животных и птице.

Древесную зелень заготавливают на свежесрубленных деревьях. По процентному соотношению собственно зелени и посторонних включений и примесей ее подразделяют на три сорта. В зелени 1 сорта допускается по массе 20 %, 2-го сорта – 30 % 3-го сорта – 40 % примесей. Древесная зелень учитывается партиями в тоннах.

Древесную муку упаковывают в бумажные мешки с числом слоев не менее 4 и массой не менее 14 кг. Учет муки ведут партиями массой не более 32 т каждая. Древесную муку используют для производства фенопластов, полимерных материалов, линолеума и взрывчатых веществ.

ЛЕКЦИЯ 16

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ

1 Таксация лесов

2 Способы таксации лесов

1 Таксация лесов

Таксация лесов проводится методом классов возраста. Метод классов возраста заключается в образовании хозяйств (хвойное, твердолиственное, мягколиственное), хозяйственных секций, состоящих из совокупностей однородных по породному составу и продуктивности лесных насаждений, территориально хотя и разобщенных, но объединяемых единым возрастом. Первичной учетной единицей таксации лесов по методу классов возраста является лесотаксационный выдел, а первичной расчетной единицей – хозяйственная секция.

Продолжительность интервала классов возраста устанавливается для кедра 40 лет, для других хвойных пород и твердолиственных пород семенного происхождения – 20 лет, для мягколиственных и твердолиственных пород порослевого происхождения – 10 лет, для быстрорастущих пород – 5 лет, для кустарников – 1 год.

Таксационный разряд – показатель, характеризующий степень детализации и точности таксационных работ, который устанавливается в зависимости от размеров лесных кварталов, организационно-технических элементов правил заготовки древесины и заключается в определении минимального количества лесотаксационных выделов внутри лесного квартала. Таксация лесов осуществляется по первому, второму или третьему таксационным разрядам, устанавливаемым в зависимости от размера лесного квартала. В зависимости от таксационного разряда лесов устанавливаются минимальные площади лесотаксационных выделов.

На территории одного объекта лесоустройства таксация лесов, отдельных его частей, может проводиться по разным таксационным разрядам в зависимости от интенсивности ведения лесного хозяйства и использования лесов, а также иных факторов. При повторной таксации лесов таксационный разряд сохраняется тот же, что и при предыдущей. При изменении интенсивности ведения лесного хозяйства и ис-

пользования лесов или социальной и экологической значимости лесов таксационный разряд может быть понижен или повышен. Таксация резервных лесов и тяготеющих к ним защитных лесов осуществляется, как правило, в целях их последующего отнесения к защитным или эксплуатационным лесам. При проведении повторной таксации лесов без изменения таксационного разряда границы лесотаксационных выделов изменяются лишь в целях их уточнения в связи с произошедшими в них изменениями или при выявлении ошибок в контурах таксационных выделов предыдущей таксации лесов. Необоснованное дробление и укрупнение таксационных выделов предыдущей таксации лесов для обеспечения нормативных размеров лесотаксационных выделов не допускается.

Измерение длины линий и ориентирование таксатора при таксации лесов по ходовым линиям и между ними осуществляется с помощью аэрофотоснимков (космических снимков) или приемников GPS (ГЛОНАСС).

2 Способы таксации лесов

Таксация лесов осуществляется способами, обеспечивающими установленную нормативную точность определения таксационных показателей лесных насаждений.

Допускаются четыре основных способа таксации леса: глазомерный, глазомерно-измерительный, дешифровочный и актуализации.

Глазомерный способ заключается в определении таксационных показателей лесов глазомерно (визуально), с использованием элементов измерительной таксации в целях корректировки отдельных показателей. Для обеспечения нормативной точности глазомерной таксации лесов в пунктах таксации могут производиться 1-2 замера сумм площадей сечения стволов деревьев и измерения высоты и диаметра ствола средних деревьев.

Таксация лесотаксационных выделов глазомерным способом осуществляется с просек, визиров и других таксационных ходовых линий (дорог, трасс линий электропередачи, трасс трубопроводов и т.д.), которые пересекают лесотаксационные выделы и к которым они примыкают. Общая таксационная характеристика лесотак-

сационного выдела составляется после завершения его полного осмотра с учетом анализа фотоизображения на аэрофотоснимке.

Вопрос о разделении предварительно оконтуренного на аэрофотоснимке лесотаксационного выдела на два и более или объединении смежных лесотаксационных выделов с близкими характеристиками решается после завершения таксации этих лесотаксационных выделов или всего лесного квартала.

Количество пунктов глазомерной таксации лесов, схема размещения и количество круговых реласкопических или перечетных площадок постоянного радиуса должны быть заранее спланированы на основе дешифрирования аэрокосмических снимков. По снимкам определяют степень однородности или неоднородности лесного насаждения лесотаксационного выдела, приуроченность к элементам рельефа местности, группу возраста и группу полноты. Исходя из этих данных, а также из приближенно определенной или взятой по данным прошлого лесоустройства площади таксационного выдела, определяют количество и размещение пунктов таксации. Таксационная характеристика лесотаксационного выдела дается на основе средних таксационных показателей, вычисленных исходя из данных, полученных на всех пунктах таксации выдела.

Глазомерно-измерительный способ таксации лесов основан на сочетании глазомерной таксации с выборочной измерительной и перечислительной таксацией, данные которой являются основой для составления таксационной характеристики лесотаксационного выдела.

При таксации леса с применением глазомерно-измерительного метода в зависимости от просматриваемости насаждения (наличие или отсутствие подроста и подлеска, ограничивающих зону видимости) закладываются реласкопические площадки или круговые перечетные площадки постоянного радиуса в количестве, соответствующем нормативам.

При количестве площадок более четырех они размещаются по лесотаксационному выделу равномерно. При четырех площадках и меньшем их количестве на лесотаксационном выделе - в наиболее типичных частях выдела.

На реласкопических площадках определение сумм площадей сечения стволов деревьев производится выверенным угловым шаблоном-полнотомером, призмой или зеркальным реласкопом для каждого яруса отдельно. Учет деревьев полнотомером производится по составляющим древесным породам. Для определения средней высоты основного элемента леса (древесной породы, возрастного поколения, яруса древостоя) и наиболее представленных составляющих древесных пород на лесотаксационном выделе производят инструментальные измерения высот у 3-5 учетных деревьев, близких к средним. При необходимости уточнения возраста у этих же деревьев возрастным буравом отбираются керны древесины. Данные всех измерений на реласкопических площадках записываются в карточку таксации.

Средняя высота и средний диаметр древостоя определяются как среднеарифметические значения их замеров у средних деревьев элемента леса. Перед закладкой круговых пересчетных площадок постоянного радиуса определяется их радиус, величина которого зависит от полноты и среднего диаметра древостоя на лесотаксационном выделе.

В среднем на одной площадке должно быть не менее 15 деревьев. Перечет деревьев на площадках ведется по элементам леса. Данные перечетов деревьев на круговых площадках, заложенных в лесотаксационном выделе, суммируют и по ним вычисляют средние таксационные показатели.

Дешифровочный способ таксации лесов основан на аналитико-измерительном дешифрировании качественных характеристик лесных насаждений по их изображению на аэрофотоснимках и космических снимках.

Обязательным условием применения дешифровочного способа таксации лесов является наличие материалов аэрокосмических съемок с соответствующими параметрами.

Аналитико-измерительное дешифрирование выполняется на стереоскопических приборах с оптическим увеличением не менее 3,5-кратного, снабженных устройствами для измерения продольных параллаксов и измерительными палетками для определения размеров видимых крон деревьев, сомкнутости верхнего полога древостоя.

При дешифрировании аэрофотоснимков должны быть определены с заданной нормативной точностью контуры лесотаксационных выделов, породный состав лесных насаждений, класс возраста, средняя высота и диаметр древостоя, группа типов леса, класс бонитета, полнота и запас древесины лесных насаждений, категории и состояние не покрытых лесом, лесных и нелесных площадей. Полученные характеристики сопоставляются с материалами предыдущего лесоустройства с тем, чтобы не допустить необоснованных изменений контуров таксационных выделов, проанализировать преемственность ранее установленных таксационных характеристик таксационных выделов, причины выявленных расхождений. При необходимости производится корректировка данных. Результаты дешифрирования записываются в карточку таксации.

Дешифрирование аэрокосмических снимков, получаемых в цифровом виде или преобразованных в цифровой вид, производится с использованием специализированных программ и автоматизированных (интерактивных) методов и ГИС-технологий, обеспечивающих как выполнение традиционного аналитико-измерительного дешифрирования в интерактивном режиме, так и автоматизированную классификацию изображений, совместную обработку разновременных снимков и карт и выявление по ним изменений, произошедших в результате рубок, пожаров и других природных и антропогенных воздействий, приведших к трансформации покрытых лесной растительностью земель в не покрытые лесом и нелесные земли. Результаты классификации должны быть использованы для уточнения разделения территории лесов на лесотаксационные выделы.

Таксация лесов способом актуализации основана на использовании материалов предыдущего лесоустройства. Актуализация таксационных показателей производится путем внесения изменений отражающих естественный рост лесных насаждений, а также изменений, произошедших в результате хозяйственной деятельности и стихийных факторов.

Для актуализации таксационных описаний предыдущего лесоустройства составляются, подбираются из имеющихся (без корректировки или с последующей корректировкой) экстраполяционно-прогнозные модели актуализации. Собираются

данные о составе изменений, произошедших в лесах, со времени последнего лесоустройства или последней актуализации.

По моделям актуализации осуществляется автоматическая актуализация таксационных характеристик лесотаксационных выделов, не пройденных хозяйственными и стихийными воздействиями и относящихся к покрытым и не покрытым лесной растительностью землям.

По данным о составе изменений, произошедших в лесах, производится отбор лесотаксационных выделов, пройденных хозяйственными и стихийными воздействиями, и актуализация их таксационных характеристик путем натурной и (или) дешифровочной таксации по аэрофотоснимкам (космическим снимкам).

С помощью моделей в автоматическом режиме актуализируются средние высоты, средние диаметры ствола деревьев и средние возрасты составляющих древесных пород. На основании полученных данных также в автоматическом режиме актуализируются:

средняя высота яруса древостоя, класс возраста и группа возраста преобладающей древесной породы, средний запас древесины лесного насаждения на 1 гектар, общий запас древесины лесного насаждения и запасы древесины составляющих древесных пород на лесотаксационном выделе.

Не актуализируются: состав лесного насаждения, класс бонитета, полнота, тип леса, тип лесорастительных условий, характеристика подроста и подлеска.

Проверка актуализированных показателей производится путем осуществления логического или натурного контроля.

Логический контроль производится путем анализа актуализированных таксационных описаний, при котором проверяется полнота и правильность описания таксационных характеристик лесотаксационных выделов, соответствие значений актуализированных таксационных показателей лесных насаждений друг другу.

Натурный контроль производится путем глазомерно-измерительной таксации 20-30 лесотаксационных выделов каждой из основных лесообразующих древесных пород, отбираемых из актуализированных таксационных описаний методами слу-

чайной или систематической выборки, и сравнения полученных результатов с данными актуализации.

В зависимости от площади объекта лесоустройства, развития на его территории путей транспорта, наличия арендованных лесных участков и разнообразия лесорастительных условий, таксация защитных и эксплуатационных лесов может выполняться одним или всеми способами.

Наиболее точные и детальные способы таксации лесов должны применяться в лесничествах (лесопарках) и лесных участках, в которых ведется интенсивное использование лесов и осуществляются регулярные мероприятия по их охране, защите и воспроизводству.

Все данные таксации лесов, независимо от применяемого способа, заносятся в карточки таксации, которые вместе с фотоабрисами являются основными полевыми документами. На их основе формируются все картографические и лесотаксационные материалы объекта лесоустройства.

Словарь терминов

Бонитет – показатель продуктивности условий местопроизрастания, определяемый по средней высоте и возрасту преобладающей породы.

Визир – узкая просека шириной около 0,5 м, прорубаемая в лесу внутри квартала.

Вилка мерная – инструмент для измерения толщины деревьев.

Выборка систематическая, механическая – способ организации выборки в таксации леса, при котором объекты наблюдения и исследования (деревья, пробные площади) размещаются систематически через равное расстояние или одинаковое число объектов, например, каждое 10-е дерево или участок.

Выборка случайная – способ организации выборки, принятый в таксации, при котором объекты исследования (деревья, пробные площади) размещаются в случайно выбранных местах, с использованием таблицы случайных чисел или иным образом.

Выборка статистическая – ряд способов организации выборки объектов исследования, принятый в выборочной таксации леса, в том числе случайная, систематическая выборки.

Выборка типическая – выборка, при которой генеральная совокупность разбивается на однородные типические группы по какому-либо признаку. Из каждой типической группы в случайном порядке или иным образом отбираются единицы выборочной совокупности.

Высота видовая – произведение видового числа (обычно в коре) на высоту ствола в м.

Высота дерева – длина ствола от шейки корня. Измеряется в м.

Высота ствола – длина ствола от пня. Измеряется в м.

Высотомер – инструмент для измерения высот растущих и сухостойных деревьев.

Выход деловой древесины – процент деловой древесины или количество такой древесины на 1 га или иной площади в м³.

График высот, кривая высот – график, показывающий соотношение между толщиной и высотой деревьев в древостое одного элемента леса.

Густота древостоя – количество деревьев на 1 га.

Делянка – часть лесосеки, отграниченная в натуре визирами, являющаяся минимальной единицей учета лесосечного фонда по площади.

Дерево модельное – дерево, выбранное по глазомерной оценке для последующих измерений, как среднее по диаметру на высоте груди, по высоте (иногда по форме ствола). Средние деревья выбираются для древостоя элемента леса или по ступеням толщины.

Дерево учетное – дерево, выбранное для последующих измерений методом случайной или систематической выборки из древостоя элемента леса или по ступеням толщины.

Диаметр древостоя средний – диаметр деревьев, средневзвешенный по площади сечения.

Диаметр на высоте груди – диаметр ствола на высоте 1,3 м от шейки корня.

Древесина деловая – лесоматериалы круглые, кроме дров и сырья для технологической переработки.

Древесина деловая крупная – деловые круглые лесоматериалы с диаметром в верхнем отрезе без коры 26 см и более (25,0 см и более).

Древесина деловая мелкая – деловые круглые лесоматериалы с диаметром в верхнем отрезе без коры до 13 см (до 13,4 см).

Древесина деловая средняя – деловые круглые лесоматериалы с диаметром в верхнем отрезе без коры от 14 до 24 см (от 13,5 до 24,9 см).

Древостой – совокупность деревьев, являющихся основным компонентом насаждения в таксационном участке.

Древостой абсолютно разновозрастный – древостой, где есть деревья всех возрастов.

Древостой модальный – древостой, наиболее распространенный в данном лесном массиве, по конкретной преобладающей породе, классу бонитета, типу леса, средний по составу, полноте и другим показателям.

Древостой одновозрастный – древостой, состоящий из деревьев, разница в возрасте которых не превосходит продолжительности одного класса возраста.

Древостой простой – древостой, в котором деревья расположены в одном ярусе.

Древостой разновозрастный – древостой, состоящий из деревьев, разница в возрасте которых превышает длительность одного класса возраста.

Древостой сложный – древостой, разделенный на два и более ярусов.

Древостой смешанный – древостой, образованный несколькими породами.

Древостой чистый – древостой, образованный одной породой.

Запас древесины общий – запас древостоев, состоящий из товарной древесины и неизбежных отходов лесозаготовок (кора деловой части, вершинка, припуски на пропилены между сортиментами).

Запас ликвидный, запас товарный – объем круглых лесоматериалов без отходов.

Запас эксплуатационный – запас спелых и перестойных древостоев.

Категория технической годности дерева – категория дерева, определяемая по длине деловой части ствола.

Категория крупности – категория деловой древесины, определяемая по диаметру в верхнем отрезе круглых лесоматериалов без коры. Различают категории крупности: крупную, среднюю, мелкую деловую древесину.

Класс товарности – класс, характеризующийся процентом выхода деловой древесины, применяющийся в основном при таксации приспевающих, спелых и перестойных древостоев.

Классы формы – отношения диаметров ствола дерева на $1/2$ и $3/4$ его высоты к диаметру на $1/4$ высоты ствола.

Крона – верхняя часть дерева, состоящая из ветвей и листьев или хвои.

Крутизна склона – величина угла наклона линии наибольшего ската поверхности земли на данном участке.

Коэффициенты формы – отношения диаметра ствола дерева у шейки корня, на $1/4$, $1/2$ и $3/4$ высоты ствола к диаметру на высоте груди (1,3 м).

Ландшафт – территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга.

Лес девственный – лес, возникший естественным путем и не затронутый хозяйственной деятельностью человека.

Лесоматериалы круглые – лесоматериалы, получаемые путем поперечного деления ствола.

Лесосека – участок леса, отведенный для рубок ухода или для заготовки древесины в спелых и перестойных лесах, ограниченный в природе визирами или естественными рубежами.

Насаждение – участок леса, однородный по древесной кустарниковой растительности и живому напочвенному покрову.

Объем ствола – объем ствола в коре или без коры, начиная от среза пня и включая вершинку. Исчисляется в м³.

Отвод лесосек – отвод участков леса под различные рубки, в процессе которого лесосеки ограничиваются в натуре, составляются абрисы лесосек, ведомости перечета деревьев, ведомости материально-денежной оценки и другие материалы.

Отпад – часть древостоя, состоящая из отстающих в росте деревьев, усыхающих в последующий период, которые должны быть своевременно вырублены.

Оценка лесосек денежная – определение стоимости леса по таксам на отпуск леса с корня.

Оценка лесосек материальная – определение общих запасов отводимых в рубку древостоев, установление выхода деловой древесины по категориям крупности, сортиментам, выхода дров, отходов по породам, среднего объема хлыста, числа деревьев на 1 га, т.е. определение натуральных показателей, характеризующих лесной фонд.

Ошибка систематическая – постоянно повторяющаяся в процессе измерения ошибка всегда с одним знаком, возникающая вследствие неисправности инструмента, неверных таблиц, индивидуальных особенностей исполнителя и т.п.

Ошибки случайные, среднеквадратические – ошибки, причины возникновения которых не поддаются точному учету. Они неизбежны и неустранимы, учитываются только в среднем, имеют знаки одновременно плюс и минус.

Пень – нижняя комлевая часть дерева с корневой системой, остающаяся на месте после валки дерева.

Перечет деревьев – подеревный учет и измерение диаметров (высот) деревьев на определенной площади. На основе перечета определяют все таксационные показатели насаждений: сумму площадей сечений, запас, состав, средний диаметр, среднюю высоту.

Площадка Биттерлиха, круговая реласкопическая – круговые реласкопические площадки (с переменным радиусом), служащие для определения суммы площадей поперечных сечений деревьев на 1 га с помощью полнотомеров (в том числе реласкопа), предложенные австрийским ученым В. Биттерлихом.

Площадь круговая – круговая площадка постоянного радиуса, на которой делаются таксационные измерения деревьев.

Площадь поперечного сечения ствола – площадь сечения ствола в коре (или без коры) на высоте груди. Вычисляется в м² или см².

Площадь пробная – участок леса, выбранный определенным образом в зависимости от поставленных целей, ограниченный в натуре, который является образцом для характеризуемой совокупности. На пробной площади производятся необходимые измерения и наблюдения.

Подгон – древесная порода или кустарник, способствующие ускорению роста и улучшению формы ствола главной породы.

Подлесок – кустарники, реже древесные породы, произрастающие под пологом леса и не способные образовать древостой в данных условиях местопроизрастания.

Подрост – молодое поколение древесных растений под пологом леса или на вырубках, способное сформировать древостой.

Поколение – древостой одного (двух) класса возраста в составе разновозрастного древостоя.

Полнота древостоя абсолютная – сумма площадей сечений на высоте 1,3 м всех древостоев элементов леса, входящих в ярус на площади 1 га.

Полнота относительная – отношение абсолютной полноты таксируемого яруса к сумме площадей сечений на 1 га нормального полного

древостоя при полноте 1,0.

Полнотомер Биттерлиха – угломерный прибор для определения сумм площадей поперечных сечений таксируемых древостоев, предложен австрийским ученым В. Биттерлихом, представляет собой метровую рейку, на одном из концов которой прикрепляется металлическое визирное окно с поперечным вырезом в 2 см или иного размера.

Полог древостоя – ярус, образованный из крон деревьев, расположенных примерно на одной высоте с колебанием не более $\pm 15\%$ от средней высоты.

Порода древесная преобладающая – порода, имеющая в древостое наибольший запас.

Породы древесные составляющие – породы, из которых состоит древостой или совокупность древостоев.

Прирост средний – величина, на которую в среднем в единицу времени (в год), на протяжении всей жизни дерева или древостоя изменяется абсолютная величина таксационных показателей: запаса, диаметра, площади сечения, высоты, видовых чисел и др.

Прирост текущий – величина, на которую изменяется данный таксационный показатель за год. Определяется как разность в величине того или иного таксационного показателя в данный момент и год назад.

Разряд высот – разряд, указываемый в таблицах объемов стволов или сортиментных и определяемый по соотношению средней высоты и среднего диаметра древостоя конкретной породы.

Ранг дерева – положение дерева в ряду накопленного процентного распределения числа деревьев по ступеням толщины в порядке их последовательного увеличения в древостое.

Сбег ствола – изменение диаметра на разной высоте ствола, показатель, характеризующий форму древесного ствола. Действительный абсолютный сбег – два ряда чисел, показывающих изменение диаметров ствола с изменением высоты сечения от комля к вершине. Действительный относительный сбег – абсолютный сбег в долях или процентах от диаметра на высоте 1,3 м.

Сомкнутость крон – отношение площади проекции крон деревьев к площади, занимаемой этими деревьями.

Сомкнутость полога – таксационный показатель яруса. Абсолютная сомкнутость полога – общая площадь горизонтальной проекции полога древостоя, в квадратных метрах (без просветов между кронами), на единице занимаемой площади. Относительная сомкнутость полога – отношение площади горизонтальной проекции полога без просветов (абсолютной сомкнутости) к площади, занимаемой этим древостоем.

Сортимент – круглый лесоматериал установленного назначения. Размеры лесоматериалов и нормы допустимых пороков определяются в стандартах на круглые лесоматериалы.

Состав породный – древесные породы, слагающие древостой. Состав определяется для яруса формулой, в которой коэффициент обозначает участие породы в общем запасе яруса в десятках процентов.

Ствол – часть дерева в коре (или без коры) от пня до вершины без учета сучьев и ветвей.

Строение древостоя – распределение деревьев в древостое по толщине, высоте и форме стволов.

Структура товарная – характеристика качества выращиваемой и отпускаемой с корня древесины.

Степень толщины – градации измерения величины диаметров стволов; устанавливаются равными 1, 2 или 4 см в зависимости от среднего диаметра древостоя, а на постоянных пробных площадях равны 0,1 см при любом среднем диаметре древостоя.

Степень толщины естественная – степень толщины с интервалом, равным десятой доле среднего диаметра древостоя.

Сухостой – деревья, засохшие на корню.

Таблицы сортиментные – таблицы для определения товарной структуры ствола (распределения объема ствола по категориям крупности и сортам деловой древе-

сины, дровам, сырью для технологической переработки и отходам). Таблицы составляются по породам, разрядам высот и ступеням толщины.

Таблица стандартная – таблица площадей сечений и запасов древостоев на 1 га при относительной полноте 1,0 в зависимости от преобладающей породы и высоты яруса.

Таблицы товарные – таблицы для определения товарной структуры запаса древостоя (его распределения по категориям крупности и сортам деловой древесины, дровам, сырью для технологической переработки и отходам). Таблицы составляются по породам, средним диаметрам, средним высотам (не во всех случаях) и разрядам товарности.

Таблицы хода роста древостоев – таблицы, показывающие динамику, изменение с возрастом древостоев всех таксационных показателей: средней высоты, среднего диаметра, суммы площадей сечений на высоте 1,3 м, запаса, прироста, числа деревьев на 1 га и др.

Таксация – наука, изучающая методы определения таксационных показателей деревьев и древостоев. Также – технические действия, направленные на всесторонний учет леса.

Хлыст – ствол срубленного дерева от пня до вершины, очищенный от ветвей.

Число видовое – отношение объема ствола в коре (без коры) к объему цилиндра в коре (без коры) с высотой, равной высоте ствола, и диаметром, равным диаметру дерева на какой-либо высоте.

Элемент леса – чистый однородный одновозрастный древостой или часть смешанного, сложного или разновозрастного древостоя, состоящая из деревьев одной породы, расположенных в одном ярусе, по возрасту относящихся к одному поколению и имеющих однородные условия развития и местопроизрастания.

Ярус – совокупность элементов леса на таксационном участке при разнице средних высот по элементам леса не более 20 %. Ярус выделяется, если его полнота составляет не менее 0,2.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Антанайтис, В.В.**, Прирост леса. – /В.В. Антанайтис, В.В. Загреев. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 240 с.
2. **Анучин, В. П.** Лесная таксация: учебник для лесных вузов. – 5-е изд., доп. - М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
3. **Верхунов, П.М.** Таксация отдельных деревьев и их разнородных совокупностей: Учеб. пособие. / П.М. Верхунов, М.Л. Дворецкий - Горький: ГГУ, 1979. – 99 с.
4. **Верхунов, П. М.** Таксация древесного ствола лесных насаждений Учебное пособие / Верхунов П. М, Мазурский П. М. – Йошкар-Ола: МарГТУ 1999. – 70 с.
5. Вилки мерные. Технические условия. ОСТ 56-66-83. - М.: ЦБНТИлес-хоз, 1984. – 9 с.
6. Высотомеры лесные. Типы и основные параметры: ГОСТ 23753-79. -М.: Изд-во стандартов, 1979. – 2 с.
7. **Загреев, В. В.** Типовые и стандартные таблицы хода роста сосновых насаждений СССР / В.В. Загреев. – Пушкино , 1973. 41 с.
8. Знаки натурные лесоустроительные и лесохозяйственные. Типы размеры и общие технические требования: ОСТ 56-44-80 – М.: ЦБНТИлесхоз, 1982 – 25 с.
9. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Часть I. Организация лесоустройства. Полевые работы /Федеральная служба лесного хозяйства России. - М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – 174 с.
10. Информационные технологии в лесном хозяйстве: учеб. пособ. / В.Л. Черных [и др]. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – 144 с
11. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - М.: Консультант Плюс, 2008.

12. Лесная таксация: метод, указ, к лаб. практикуму для студ. спец. 31.12.
Часть I. Выявление таксационных показателей деревьев и насаждений
/сост. П.М. Верхунов, А.В. Попова – Йошкар-Ола: МарПИ, 1990. – 64 с.
13. Лесное хозяйство. Терминологический словарь. / под общей редакцией А. Н. Филипчука – М.: ВНИИЛМ, 2002 г. – 480 с.
14. Лесоустроительная инструкция: [утверждена приказом МПР России от 06 февраля 2008 г. № 31] [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - М.: Консультант Плюс, 2008.
15. Лесоматериалы круглые. ГОСТ 9463-88. ГОСТ 9462-88. ГОСТ 2.2.92-88.- М.: Стандартгиз, 1988. - 36 с.
16. Лесоматериалы круглые: Таблицы объемов: ГОСТ 2708-75. - М.: Изд-во стандартов, 1978. - 34 с.
17. **Моисеев, В. С.** Ландшафтная таксация и формирование насаждений пригородных зон / В.С. Моисеев – Л.: Стройиздат, 1977. – 224 с.
18. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации // Федеральная служба лесного хозяйства России. - М.. Юнифир и ВНИИЦлесресурс, 1993. – 72 с.
19. **Никитин, К.Е.** Применение ЭВМ в лесной таксации / К.Е. Никитин – М.: Лесная пром-ть, 1972. – 133 с.
20. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загребев [и др].- М.: Колос, 1992. – 495 с.: ил.
21. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. ОСТ 56-69-83. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1984 – 60 с.
22. Правила проведения лесоустройства: [утверждены постановлением Правительства РФ от 18 июня 2007 г. № 377] [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – М.: Консультант Плюс, 2008.
23. **Соколов, П.А.** Таблицы для таксации фитомассы крон в древостоях лиственных пород Республики Марий Эл и сопредельных районов: Справ. пособие / П.А. Соколов, В.А. Закамский, А.О. Петрушев – Йошкар-Ола – МарПИ 1994. – 107 с.

24. **Соколов, П.А.** Таксация леса. Часть 1. Таксация отдельных деревьев: учеб. пособ. / П.А. Соколов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 84 с.
25. **Соколов, П.А.** Таксация леса. Часть 2. Таксация насаждений: учеб. пособ. / П.А. Соколов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 116 с.
26. **Соколов, П.А.** Таксация леса. Часть 1. Таксация отдельных деревьев: учеб. пособ. - 2-е изд., перераб. и доп / П.А. Соколов, Д.А. Поздеев.– Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. – 95 с.
27. Таксация и лесоустройство. Прирост древесины в древостое. Классификация и символика, основные расчетные формулы. Термины и определения – ОСТ 56-73-84, – М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. – 8 с.
28. Таксация леса: учеб-метод. пособие. – М: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 133 с.
29. **Ткаченко, М.Е.** Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко – Изд. 2-е.-М, 1995. – 599 с.

Курс лекций

Поздеев Денис Александрович
Петров Александр Александрович

ТАКСАЦИЯ ЛЕСА

Учебное пособие для студентов,
обучающихся по направлению
«Лесное дело» очной и заочной форм обучения

Технический редактор
Е.Ф. Николаева

Редактор
И.М. Мерзлякова

Подписано в печать _____ 2012 г.
Формат 60×84/16 Гарнитура New Times Roman.
Усл. печ. л. 9,35 Уч.-изд. л. 8,05 Тираж ___ экз. Заказ № ____
ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

