

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Таксация леса

Направление подготовки *35.03.01 Лесное дело*

Профиль подготовки *Лесное хозяйство*

Форма обучения: *заочная*

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Конспект лекций	
1.1	Лекция №1 Введение. Понятие о дисциплине, ее цели и задачи, связь с другими предметами. Таксационные измерения, инструменты и приборы ..	
1.2	Лекция №2 Таксация лесных материалов	
1.3	Лекция №3 Таксационные показатели насаждений и методы их определения ..	
1.4	Лекция №4 Нормативы для определения таксационных показателей насаждений	
1.5	Лекция №5 Методы определения запаса древостоя при перечислительной таксации	
1.6	Лекция №6 Сортиментация леса на корню	
2.	Методические материалы по выполнению лабораторных работ	
2.1	Лабораторная работа № 1 Показатели формы и полндревесности ствола	
2.2	Лабораторная работа № 2 Определение объема ствола и его частей по простым и сложным стереометрическим формулам	
2.3	Лабораторная работа № 3 Определение таксационных показателей насаждений	
2.4	Лабораторная работа № 5 Определение древесного запаса по модельным деревьям и объемным таблицам	
2.5	Лабораторная работа № 6 Сортиментация леса по модельным и учетным деревьями, сортиментным и товарным таблицам	
2.6	Лабораторная работа № 7 Таксация лесосек и лесосечного фонда: виды учета и методы таксации лесосек	
2.7	Лабораторная работа № 8 Материально-денежная оценка лесосек при разных методах таксации	
3.	Методические материалы по проведению практических занятий	
4.	Методические материалы по проведению семинарских занятий	

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция № 1 (2 часа).

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

1.1.1 Вопросы лекции:

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

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие о дисциплине, ее цели и задачи, связь с другими предметами: Лесная таксация - наука лесохозяйственного профиля, изучающая особенности строения лесных массивов в статике и динамике, методы учета и экономической оценки лесных ресурсов, их пространственного размещения, определения запасов и товарной структуры древостоев. Целью изучения курса «Лесная таксация» является профессиональная подготовка по технике и методам учета лесных ресурсов, технологии проведения лесоинвентаризационных работ, организации и размещению лесохозяйственного и лесопромышленного производства по административно-экономическим районам государства, составлению карт лесов и таксационному описанию, для целей их прикладного использования в практике лесного хозяйства, а также совершенствованию теоретических основ, методов и способов таксации, устройству и применению лесоизмерительных приборов и инструментов. Лесная таксация тесно связана со многими дисциплинами лесохозяйственного профиля: ботаникой и дендрологией, лесоводством и лесоведением, статистикой и геодезией, лесоустройством, лесным товароведением и древесиноведением, ресурсоведением, экономикой и т.д. Поэтому таксация, происходящие в лесу процессы, рассматривает с учетом диалектических взаимосвязей. Содержание лесной таксации включает изучение следующих вопросов: объекты, методы и способы таксации леса, взаимосвязь таксации со смежными науками лесохозяйственного профиля, измерительные приборы и инструменты, ошибки измерений; основные требования, предъявляемые к закладке пробных площадей, способы их закладки в зависимости от целей и задач таксирования насаждений и рельефа местности, основные правила работы на пробе, камеральная обработка эмпирических материалов; средние, модельные деревья, способы их отбора и раскряжевки, методы определения площади сечений спилов, взятых для анализа на разной высоте ствола абсолютный и относительный сбег ствола, определение объемов бревен и стволовой древесины по стереометрическим формулам; форма и полнота древность ствола, коэффициенты формы и видовые числа, таксация круглых лесоматериалов, дров и других мелких сортиментов. Методы составления массовых объемных и сбеговых таблиц, правила пользования ими; таксация насаждений, основные таксационные показатели, способы их определения; закономерности в строении простых чистых одновозрастных насаждений и однородных частей сложных частей сложных насаждений. Ранги распределения, редукционные числа, естественные ступени толщины; особенности учета запасов насаждений по целевому назначению, видам рубок. Способы таксации древостоев по способу средней модели, по классам с равным числом деревьев в классе, пропорционально-ступенчатому представлению моделей в классе и методом кривых и прямых зависимостей; сортиментация леса по сортиментным и товарным таблицам, содержание и методы их составления, правила пользования; таксация древесного прироста, средний и текущий приросты деревьев и насаждений, полный анализ древесного ствола; отвод, таксация и материально-денежная оценка лесосек, правила приема-передачи лесосек лесозаготовительному предприятию, эксплуатационный и ликвидный запас. Штрафные санкции за нарушения правил лесопользования.

2. Таксационные измерения, инструменты и приборы: для измерения диаметров растущих и срубленных деревьев используют мерные вилки, а также градуированные

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

1.2 Лекция №2 (2 часа).

Тема: Таксация лесных материалов

1.2.1 Вопросы лекции:

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

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификация лесных материалов: из заготовленной древесины при рубках леса получают различные сортименты. На каждый вид сортиментов есть стандарты, которые предусматривают определенный диапазон требований к лесоматериалам. Качество лесоматериалов, их сортировка и маркировка также определяется ГОСТами. Различают следующие виды материалов: лесоматериалы – материалы из древесины, сохранившие ее природную физическую структуру и химический состав. Получают из поваленных деревьев или их частей путем поперечного или продольного деления; лесоматериалы, получаемые путем поперечного деления называются круглыми, а путем раскалывания – колотыми. Круглые, колотые лесоматериалы и технологическая щепа называется деловой древесиной; древесина, предназначенная для переработки или использования в качестве топлива, называется древесным сырьем; лесоматериалы, установленного назначения называются сортиментом. Сортименты, предназначенные для промышленной переработки называют деловыми. Бревно – круглый сортимент предназначен для использования в круглом виде или для переработки.

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

пиломатериалы общего назначения (доски разной толщины); различные виды кряжей (авиационный, карандашный, лыжный, тарный, клепочный и другие). Различают крупные сортименты, используемые для переработки лущением или строганием: различные виды кряжей (фанерный, спичечный, стружечный и другие); кряжи для выработки соответствующего вида лепона (производство фанеры разной толщины). Также выделяют сортименты для производства древесных плит и химической переработки: балансы – крупные мелкоколотые сортименты, применяемые для производства целлюлозы или древесной массы; технологическая щепка – для производства различных видов плит (ДВП, ДСП и другие); пней осмол – ядровая часть пня и корней хвойных пород. Используется для производства смолистых веществ. Из крупных лесоматериалов получают древесное топливо: дрова – круглые или колотые сортименты с градацией по длине 0,5 м. Дрова длиной 1 м называют долготы, а меньше 0,5 м – швырок. Колотые дрова длиной до 1 м называют пленьями. Из коры лесоматериалов получают дубильное сырье, которое идет для производства экстрактов. В процессе лесозаготовок получают древесную зелень, в которую входят листья, хвоя, не одревесневшие побеги, почки. Из древесной зелени путем ее измельчения и сушки получают витаминную муку, которая также как и древесная зелень используется в корм крупному рогатому скоту. По толщине крупные лесоматериалы разделяют на 3 группы: мелкие материалы – от 6 до 13 см в верхнем отрезе для хвойных пород, и от 8 до 13 см для лиственных пород; средние материалы – имеют диаметр в верхнем отрезе от 14 до 25 см; крупные материалы – имеют диаметр в верхнем отрезе более 26 см. В зависимости от качества древесины и дефектов обработки крупные лесоматериалы делят на 4 сорта. На сортность материалов влияют сучки, их количество на погонный метр, гниль, кривизна материала, трещины. Мелкие материалы заготавливаются только 3 и 4 сортов. Крупные лесоматериалы, предназначенные для распиловки или строгания, должны иметь припуск на оторцовку от 3 до 5 см. Крупные лесоматериалы сохраняют форму боковой поверхности древесного ствола. Поэтому их объемы находят либо по простой, либо по сложной формуле среднего сечения. Примерно объемы сортиментов определяют по таблицам по срединному диаметру бревна без коры. Крупные партии материалов замеряют в штабелях путем определения ширины, высоты и длины штабеля. Складочные кубические метры переводят в плотные с диаметром коэффициентов (для хвороста – 0,12; для бревен – 0,7; для крупных дров – 0,5 и так далее). Деловые сортименты длиной до 2 м и дровяное долготье определяется в складочной мере.

3. Таксация строганных, пиленных, тесанных, лущенных и колотых лесоматериалов: из крупных лесоматериалов получают разнообразную продукцию. Значительный удельный вес занимает пиленая продукция – это материалы, полученные из древесины в результате продольного деления бревен на части. К пиленой продукции относят: пиломатериалы – градация, определенных размеров и качества, регламентированная соответствующими ГОСТами. К ним относят: пластины – пиломатериалы, полученные продольной распиловкой бревна на 2 равные части; четвертины – материалы, полученные продольной распилкой пластины на 2 равные части; брус – материал шириной и толщиной 100 мм и более; бруски – пиломатериалы толщиной менее 100 мм, а ширина не превышает двойную толщину; заготовки из древесины – пиломатериал с размерами и качеством, соответствующим изготавливаемым деталям; шпала – пиломатериалы, в виде бруса, предназначенная для использования в качестве опор рельсов железнодорожных путей; обапол – пиломатериалы, получаемые из боковой части бревна. Стандартами пиломатериалы делят на: А) по толщине: тонкие (до 32 мм), толстые (более 33 мм). Б) по характеру обработки: обрезные (все 4 стороны пропилены), не обрезные (пропилены только 2 стороны). В) по размерам: короткие (до 4 м), средние (от 4,5 до 7 м), крупные (более 7 м). Из лесоматериалов получают колотую и тесанную продукцию: бондарная клепка – досочка для изготовления бочек; санный полоз – для изготовления санок. Учитывается комплект. Его длина 3 – 3,5 м, а толщина 10 – 16 см;

колесный обод – наружная деревянная часть колеса; болванки для оружейных лож, прикладов. К строганным материалам относится фанера, которая учитывается по площади. К лущеным материалам относят: лущеный шпон, клееная фанера. Пиленные лесоматериалы определяют либо по специальным таблицам, либо путем замеров их в штабелях.

4. Таксация дров и лесных сортиментов: дрова разделяют по породам. Если они изготовлены из одной породы, то их называют однородными, а если из пород разных групп, то – смешанными. Дрова делят на 3 группы в зависимости от качества древесины, ее назначения и древесной породы. В первую группу включаются дрова с малой теплотворной способностью (береза, бук, граб, дуб, лиственница, клен). Во вторую группу – сосна, ольха, ива, рябина. В третью группу – ель, кедр, осина, тополь, липа. Размеры дров по длине устанавливают: 0,25; 0,33; 0,5; 0,75; 1,0 м. Поленья диаметром от 3 до 14 см заготавливают в круглом виде. При больших диаметрах их раскалывают на части: от 15 до 25 см – на 2 части; более 26 см – на 4 части. Дрова по влажности делят на: воздушно – сухие (влажность менее 25%); полусухие (влажность от 26 до 50%); сырые (влажность более 50 %). Гниль в дровах не должна превышать 3 – 65% в зависимости от расположения гнили и ее вида. Учет дров проводится в поленицах. Таксируют дрова в складочных кубических метрах путем замера поленицы в трех направлениях: по высоте, по ширине и по длине. В производственных условиях иногда ведут учет хвороста, сучьев, коры и пневой древесины. Учет хвороста ведут в складочных кубических метрах. Для этого хворост укладывают в кучи между кольями, вершинами в одну сторону. Длину кучи измеряют по средней длине хворостинки. Кора древесной породы имеет промежуточное значение. Ее учитывают в кг, тоннах, кубометрах и находят ее объем как разницу объемов стволов в коре и без нее. Пневую древесину учитывают в складочных кубических метрах в кучах.

1.3 Лекция №3 (2 часа).

Тема: Таксационные показатели насаждений и методы их определения

1.3.1 Вопросы лекции:

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

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Происхождение, форма, состав древостоя: по происхождению насаждения делятся на естественные (семенные и порослевые) и искусственные (лесные культуры). Отнесение естественных насаждений смешанного происхождения к категории семенных или порослевых производится по преобладанию в них деревьев того или иного происхождения. При этом насаждения считаются созданным искусственно, если деревья искусственного происхождения составляют в нём не менее 3/10 состава. К искусственным насаждениям относятся лесные культуры, созданные посевом или посадкой и переведенные в покрытые лесом земли, а также насаждения, созданные в порядке реконструкции и достигшие показателей, соответствующих установленным нормативам перевода лесных культур в покрытые лесом земли. Несомкнувшиеся лесные культуры, в том числе и созданные реконструкцией, учитываются отдельными видами земель. Отнесение при таксации культур к покрытым лесом землям осуществляется по нормативам, утверждаемым республиканским органом государственного управления в области лесного хозяйства. Деревья в искусственно созданных насаждениях большей частью имеют примерно одинаковый возраст. В древостоях, созданных посадкой, деревья обычно расположены рядами. При прочих равных условиях искусственные насаждения почти всегда имеют большую плотность смыкания крон и большую плотность заселения занятого ими пространства. Искусственные древостои в первую очередь создаются в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства, куда входят и леса Беларуси. В нашей стране

лесов искусственного происхождения около 24%. Форма насаждений. Древесная, кустарниковая и травянистая растительность образует в отдельных насаждениях несколько ярусов, или пологов. Самый верхний ярус занимают деревья. Часто деревья располагаются в два яруса: первый – из светолюбивых пород, например сосны, второй – из теневыносливых, например, ели. Следующий ярус составляют кустарники и молодое поколение древесных пород. Самый нижний ярус, покрывающий почву, состоит из трав и мхов. Ярусность насаждений является следствием различия биологических свойств лесной растительности и условий среды. Каждый ярус чаще всего имеет определенный видовой состав. Отдельные деревья той породы, которая находится в верхнем ярусе, могут отставать в росте от основной массы деревьев и оставаться ниже общего полога, что вносит неопределенность в выделение ярусов. Так как при таксации необходимо расчленять насаждения на ярусы, то практика лесного хозяйства выработала для этого определенные нормативы. Основанием для деления насаждений на ярусы является различие в средней высоте отдельных категорий деревьев, образующих насаждение. Выделение ярусов в древостоях регламентируется действующей лесоустроительной инструкцией. Насаждения делятся на одноярусные, двухъярусные, трехъярусные и т.д. Насаждения, имеющие два яруса и более, называются многоярусными или сложными. Одноярусные древостои именуют простыми. В насаждениях, в верхнем ярусе которых произрастает светолюбивая порода, например сосна, в нижнем при соответствующих почвенных условиях могут расти дуб, ель, липа и др. В насаждениях с преобладанием в верхнем ярусе дуба, вяза, ясени второй ярус составляют яблоня, груша, клен, граб и др. В насаждении, состоящем из деревьев одной породы, может образоваться несколько ярусов. В этом случае в верхнем ярусе будут деревья старшего возраста, а во втором и всех последующих – более молодые. Многоярусные насаждения из нескольких возрастных поколений чаще всего образуют теневыносливые древесные породы. К их числу в первую очередь относятся темнохвойные леса – из ели и пихты. Ярус, составляющий наибольшую по запасу часть насаждения, называется основным, а остальные ярусы – второстепенными. Деревья, образующие отдельные ярусы, различаются по величине и при рубке могут быть использованы для заготовки сортиментов разного назначения: деревья верхнего яруса для пиловочника, шпального бревна, строительных бревен и других крупных сортиментов; деревья нижних ярусов – мелких деловых сортиментов: рудничной стойки, балансов, жердей и др. Деление на ярусы имеет хозяйственное значение, и поэтому в каждом выделенном ярусе должен быть более или менее значительный запас. Если тот или иной ярус имеет малый запас, при котором проводить специализированное лесохозяйственное мероприятие с экономической точки зрения нецелесообразно, его не выделяют. Также, не выделяют ярусы при отсутствии различий в их товарной структуре и незначительной разнице в средней высоте деревьев. В лесоводственной науке принято считать многоярусные насаждения более продуктивными и устойчивыми. Многоярусными обычно бывают разновозрастные древостои. Особенно это характерно для естественных лесов Сибири и Дальнего Востока, где нет интенсивной хозяйственной деятельности: кедровники, насаждения сосны и лиственницы, ели, пихты. В Беларуси распространены двухъярусные сосново-еловые и березово-еловые древостои. Они полнее используют солнечную энергию и почвенный потенциал, т.к. корни сосны и ели располагаются на разном уровне. Правда, сосущие корешки сосны тоже тяготеют к более богатому питательными веществами горизонту А1. Создание лесных культур обычно ведет к формированию одноярусных древостоев. Многоярусные насаждения, как правило, возникают естественным путем. Состав насаждений. Перечень древесных пород, образующих древостой, с указанием доли участия каждой из них в общем запасе, называется составом насаждения. Если оно образовано одной древесной породой, название этой породы и определяет его состав. Насаждение, состоящее из одной породы, называется чистым, из двух или нескольких пород – смешанным. Для основных лесообразующих древесных пород устанавливаются следующие сокращенные

обозначения: сосна – С, ель – Е, пихта – П, лиственница – Л, кедр – К, дуб – Д, бук – Бк, граб – Г, ясень – Я, клен – Кл, ильм – Ил, вяз – В, берест – Бр, береза – Б, осина – Ос, ольха черная – Олч, ольха серая – Олс, липа – Лп, тополь – Т, ива – Ив (ивы древовидные – Ивд, ивы кустарниковые – Ивк). Породный состав простого насаждения или яруса в сложном насаждении устанавливается по доле участия запасов составляющих древесных пород. Он записывается формулой, в которой приводятся сокращенные обозначения древесных пород и доли участия древесной породы в составе. Эта доля выражается в виде коэффициента состава. Он представляет собой целое число. Каждая единица в этом числе соответствует 10 % участия конкретной породы в общем запасе. Весь запас древостоя принимается здесь за 100 %. Древесные породы, запас которых составляет 2 – 5 % от общего запаса насаждения (яруса), записываются в формуле состава знаком «+» (плюс). Если же участие некоторой породы менее 2 %, то она отмечается как единичное явление и помечается знаком «ед.». Например, запись 4С 2Е 1Б 1Ос+Д Я ед. Кл говорит о том, что в составе присутствует 40 % сосны, 20 % ели, по 10 % березы и осины, от 2 до 5 % дуба и ясеня и менее 2 % клена. В многоярусных насаждениях породный состав устанавливается для каждого яруса. Единичные деревья (семенники, перестой и другие), отличающиеся от основного яруса по возрасту более чем на 2 класса, резко отличающиеся по высоте и диаметру, в состав древостоя не вводятся, а учитываются отдельно как единичные деревья. В несомкнувшихся культурах, а также в молодняках до 20 лет породный состав устанавливается по соотношению числа стволов составляющих пород. Если в пологе молодняка имеются подлесочные породы, то они в формулу состава не вводятся и не учитываются при определении полноты. Важнейшей задачей таксации леса является правильное определение преобладающей и главной породы и отнесение таксируемого насаждения к хвойным, твердолиственным или мягколиственным группам пород. Порода считается преобладающей, если она составляет наибольшую долю в общем запасе насаждения (яруса). Главной породой в насаждении считается та, которая в конкретных условиях местопроизрастания наиболее отвечает целям ведения хозяйства. Главная порода считается преобладающей, если доля ее запаса в средневозрастных, приспевающих, спелых насаждениях составляет 5/10, для дуба, клена, ясеня, липы и других особо ценных древесных пород – 4/10 общего запаса насаждения (яруса). При наличии в составе простого насаждения или яруса в сложных насаждениях нескольких хозяйственно-ценных хвойных или твердолиственных пород древостой относится соответственно к хвойному или твердолиственному насаждению, если суммарный запас хвойных пород составляет не менее 5/10, а твердолиственных – 4/10 общего запаса насаждения (яруса). В молодняках преобладающей породой считается главная порода при доле ее участия во втором классе возраста на 1/10, а в первом классе возраста на 2/10 меньшей, чем указано выше. Главной породой в смешанных по составу насаждениях (ярусах) считается хвойная или твердолиственная порода, имеющая наибольший запас, а при равных запасах – большую хозяйственную ценность. При наличии в составе простого насаждения или яруса в сложном древостое нескольких пород, часть которых по биологическим особенностям может быть объединена в группы (хвойные, твердолиственные, мягколиственные), главной породой считается преобладающая по запасу в группе (имеющая в этой группе наибольший запас), а при равновеликих запасах – большую хозяйственную ценность. При резком различии в хозяйственном значении древесных пород, входящих в насаждение, и разнообразном составе насаждений в формуле состава на первое место следует ставить главную породу. Например, для смешанных лиственных насаждений, имеющих в своем составе 0,3 дуба, 0,5 осины и 0,2 липы может быть принята следующая формула состава: 3Д 5 Ос 2Лп. С точки зрения промышленного использования древесины отдельных древесных пород очень важное значение имеют размеры деревьев. В сложных насаждениях первый ярус обычно составляют деревья, имеющие не только большую высоту, но и больший диаметр, чем деревья остальных ярусов. Лесохозяйственные мероприятия в отдельных ярусах сложного

насаждения могут быть различными. Верхний ярус, состоящий из спелых деревьев, может быть назначен в постепенную рубку, а нижние ярусы оставлены на корню. Поэтому в сложных насаждениях нужно определить состав для каждого яруса в отдельности. Допустим, что таксируется сложное двухъярусное насаждение. В первом ярусе его оказались сосна (0,7 по запасу) и береза (0,3). Общий запас первого яруса составляет 200 м³ на 1 га. Второй ярус состоит из одной ели. Запас его равен 50 м³. Следовательно, для насаждения в целом запас будет равен $200 + 50 = 250$ м³. Состав его первого яруса выразится формулой 7С 3Б, второго яруса 10Е. Если запас древесной породы составляет от 2 до 5 % запаса яруса, ее добавляют к формуле состава со знаком плюс (+). Например, для насаждения, в котором запас сосны составляет 67 %, запас ели 30 % и запас березы 3%, формула состава должна быть следующей: 7С 3Е+Б. При глазомерной таксации состав насаждения определяется с точностью до 0,1. При проведении научных исследований состав древостоя обычно учитывают с точностью до 1 %, например, 67С 32Б 10Е.

2. Класс бонитета древостоя: лес произрастает в разнообразных климатических и почвенных условиях. Поэтому он имеет разную продуктивность, которую необходимо учитывать при таксации. В лесной таксации для оценки условий роста леса устанавливают «бонитет насаждения». Термин этот происходит от латинского слова *bonitas*, что означает «доброкачественность». Следовательно, бонитет является показателем, характеризующим качество условий произрастания леса. Таким образом, бонитет – это показатель потенциальной продуктивности древостоя. Различие в условиях произрастания леса в таксации характеризуют несколькими классами бонитета, обозначаемыми порядковыми номерами: I класс означает лучшие условия произрастания леса, а последующие – их постепенное ухудшение. Деление леса на классы бонитета основано на определенных признаках. В условиях произрастания леса решающую роль играет качество почвы: структура, химический состав, содержание гумуса, степень увлажнения, мощность почвенного слоя и др. Поэтому при установлении класса бонитета, казалось бы, характеристика почвы, на которой произрастает насаждение, должна быть определяющим фактором. Так именно и подходили к установлению класса бонитета, именовавшегося тогда классом добротности, в середине XIX века при составлении первых русских таблиц, характеризовавших динамику роста и развития насаждений. Однако попытка классификации условий местопроизрастания и определения класса бонитета в зависимости от почвенных условий положительных результатов не дала. Соответствие между почвенными признаками и классами бонитета установить довольно трудно. С одной стороны, в один и тот же класс бонитета попадали различные почвы, а с другой – почвы, одинаковые по внешним признакам, относились к разным классам бонитета. Позднее был использован опыт сельского хозяйства, в практике которого довольно часто плодородие почвы, или степень пригодности для выращивания отдельных видов сельскохозяйственных культур, оценивается величиной урожая, собираемого с единицы площади. Отсюда лучшие условия местопроизрастания, относимые к высшим классам бонитета, при прочих равных условиях должны обеспечивать наибольшие годичный прирост и общую продуктивность леса, наибольший запас на единице площади, а с ухудшением условий местопроизрастания все эти показатели соответственно должны уменьшаться. Этот метод в применении к сельскохозяйственным культурам действительно дает объективные измерители качества условий местопроизрастания. Объективность эта обусловлена тем, что на почвах разного плодородия густота посева семян сельскохозяйственных культур чаще всего применяется одна и та же, но урожайность бывает разной. Аналогичные условия имеются и в лесном хозяйстве при искусственном разведении леса на разных почвах. Если густота посева или посадки насаждений, произрастающих на почвах разного плодородия, была одинаковой, но годичные приросты и общие запасы древесины в них оказались разными, это может служить показателем различия условий местопроизрастания. Допустим далее, что на

почвах разной добротности имеются вместо искусственно созданных насаждений насаждения, возникшие естественным путем. Если деревья в этих насаждениях растут густо, кроны создают сплошной полог, нет прогалин, то величина годичного прироста и общий запас древесины в том или ином возрасте насаждений могут служить показателем качества условий местопроизрастания. Зная годичные приросты и запасы таких насаждений, можно их распределить по классам бонитета. Поэтому неоднократно вносились предложения бонитировать условия местопроизрастания по величине годичного прироста и общим запасам насаждений, получаемым в соответствующем возрасте. Этот метод оказался пригодным для установления класса бонитета насаждений, в которых кроны полностью сомкнуты и густота стояния деревьев предельна для данной породы. Однако наиболее часто встречающиеся насаждения естественного происхождения этим условиям не удовлетворяют. При наилучших условиях местопроизрастания они дают пониженные годичные приросты, а следовательно, и запасы древесины. Это объясняется неполным смыканием кроны деревьев. Изреженность насаждений может быть вызвана разными причинами: ветровалом, неплотным смыканием кроны в результате недостаточно успешного возобновления, наконец, неправильным проведением рубок. Вследствие этого такие насаждения не используют до конца потенциал условий произрастания, в которых они находятся, и не обеспечивают максимума годичного прироста и запаса древесины, которые можно получить на этих почвах. Разумеется, что в этом случае годичный прирост и древесный запас не являются надежным показателем для характеристики качества условий местопроизрастания. Поэтому их нельзя положить в основу классификации насаждений на классы бонитетов. Многолетние опыты и наблюдения говорят о том, что лучшим показателем, отображающим качество условий местопроизрастания, является высота насаждения в определенном возрасте. Чем больше средняя высота насаждения, тем лучше условия местопроизрастания. Поэтому в качестве классификационного признака для деления насаждений на классы бонитета. Профессор М.М. Орлов, разработавший бонитировочную шкалу, предложил разделять насаждения на пять классов бонитета. К крайним классам (I и V) в этом случае относятся насаждения, хотя и редко встречающиеся, но с широкой амплитудой колебания высоты. Чтобы устранить этот недостаток, из I и V классов выделили дополнительные литерные классы Ia и Va. Таким образом, было установлено всего семь классов. Впоследствии для ряда пород выявили ещё больший диапазон высот. Это привело к необходимости выделить дополнительные индексы классов бонитета: Ib, Iv, Vb и т.д. Делить насаждения на классы бонитета по высоте лучше всего в таком возрасте, когда рост насаждений в высоту уже в основном закончился, т.е. когда им около 100 лет. Поэтому при классификации насаждений на классы бонитета принята высота столетних насаждений. На основе бонитировочной шкалы для столетних насаждений, руководствуясь опытными данными об изменении высоты насаждений до 100 лет и после достижения ими этого возраста, можно для каждой породы составить таблицу распределения насаждений по классам бонитета, начиная от самых молодых и кончая самыми старыми. Изучение изменения высоты у самых распространенных пород показало, что наиболее широко высота изменяется у сосновых насаждений; у пихты и бука наименьшая высота не достигает такого низкого предела, как у сосны, а у березы и осины наибольшая высота не достигает верхнего предела высоты, наблюдаемого у сосновых насаждений. В общем же пределы колебаний высоты у этих пород довольно близки. Шкала деления насаждений на классы бонитета, разработанная профессором М.М. Орловым в 1911 г., имеет два входа: возраст насаждений и среднюю высоту. Разным сочетаниям этих двух элементов соответствует определенный класс бонитета.

1.4 Лекция №4 (2 часа).

Тема: Нормативы для определения таксационных показателей насаждений

1.4.1 Вопросы лекции:

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

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Развитие таксационных показателей насаждений: рост, развитие древесных пород и формирование насаждений обусловлено непрерывным изменением их количественных и качественных признаков, которые отражаются закономерностями, выраженными математическими, графическими или табличными методами. Лесной фонд характеризуется определенными таксационными показателями его составляющих. Средние таксационные показатели насаждений лесного фонда изменяются по периодам учета в зависимости от возрастной динамики насаждений, связанной с увеличением средней высоты, диаметра и древесного запаса. Большое значение в этой сложной динамической системе изменения таксационных признаков насаждений принадлежит принципам хозяйствования в лесах, влияющим на средние значения даже при рассмотрении их на одну дату (время) учета. Изменение таксационных признаков лесного фонда тесно связано с возрастной структурой лесного фонда, которая, в свою очередь, подвержена значительному воздействию антропогенных, пирогенных, биотических и техногенных факторов за межучетный период. Определенное влияние на рост и состояние совокупностей насаждений, входящих в лесной фонд, оказывают климатические факторы, которые в природе носят циклический характер. Снижение прироста по диаметру и высоте в сухие и увеличение прироста деревьев в увлажненные фазы обуславливает темпы наращивания древесного прироста в абсолютном и относительном выражениях.

Влияние климатических факторов оказывается наиболее сильным при совпадении межревизионных периодов с периодами увлажнения. Кроме того, с периодами увлажнения связана частота и площадь лесных пожаров. Однако даже при благоприятных климатических факторах и условиях произрастания средние таксационные показатели насаждений отдельных пород будут зависеть от объемов, способов и видов проводимых рубок, а также от сроков восстановления вырубок, объемов и качества лесокультурного производства. Тем не менее характеристики и показатели насаждений отражают состояние лесного фонда и могут служить в качестве индикаторов устойчивого управления лесами. Наиболее точными являются данные лесоустройства, поэтому рассмотрим динамику таксационных показателей насаждений основных лесобразующих пород за последние четыре ревизии леса.

2. Нормативная база для определения таксационных показателей насаждения: насаждения сосны. Площадь насаждений в целом имеет тенденцию к увеличению по причине создания лесных культур. Вместе с этим повышается и средний возраст: 1960-1963 гг- 21 год; 1997-35 лет. Продуктивность насаждений снизилась с 1,8 до 11,1 класса бонитета, что сопряжено с ухудшением состояния созданных лесных культур насаждений и издержками, связанными с применением общесреднебонитерочной шкалы М.М. Орлова в оценке продуктивности насаждений разного возраста. Наиболее стабильной оказалась полнота насаждений (около 0,7), которая изменялась по периодам учета на уровне $\pm 4\%$. Динамика среднего запаса имела тенденцию наращивания: 1960-1963 гг. - 92 м³/га, 1997 г. - 107 м³/га (+16%), что обусловлено возрастными изменениями и, возможно, использованием более точных нормативов в определении запаса при лесоустройстве 1997 г. Средний запас на 1 га спелых и перестойных насаждений по периодам учета имел тенденцию снижения и увеличения и к 1997 г. он составлял 244 м³ (+21%). Это изменение объясняется аналогичными причинами. Средний прирост древесины покрытой лесом площади увеличился с 3,2 м³/га до 4,3 м³/га к 1975 г. (+34%), а к 1997 г. он зафиксирован на уровне 2,6 м³/га (-19%). Такое снижение при отмеченной тенденции в наращивании запаса древесины на 1 га не находит какого-либо логического объяснения. Насаждения

дуба. Таксационная характеристика насаждений дуба приводилась лесоустройством по отдельным периодам без деления по их происхождению (семенное, порослевое). Насаждения дуба заметно стареют. Большинство вырубок восстанавливается другими сопутствующими породами (липа, вяз, клен), доля молодняка заметно снижается, и в целом возраст увеличился с 37 лет (1960-1963 гг.) до 60 лет к последнему лесоустройству. Средняя полнота насаждений имеет тенденцию к снижению: с 0,7 (1960-1963 гг.) до 0,63 (1997 г.), средний запас увеличивался и к 1997 г. составлял 142 м³/га (+54%). Аналогично возрос и запас на 1 га спелых и перестойных насаждений (1997 г. - 168 м³/га; +46%). Средний прирост на 1 га снизился с 2,8 м³ до 2,2 м³ (-24%), что свидетельствует об ухудшении возрастной структуры лесного фонда, т.е. происходит снижение доли молодых и увеличение доли насаждений старшего возраста с пониженным приростом. Ясень зеленый. Средний возраст по периодам учета имеет тенденцию к увеличению: 1960-1963 гг. - 9 лет, 1997- 29 лет. Продуктивность насаждений снижалась с 11,3 до 11,2, т.е. почти на класс бонитета. Средний прирост на 1 га снизился с 2,9 до 1,4 м³. Снижение продуктивности и прироста свидетельствует о неудовлетворительном состоянии ясеневых насаждений. Насаждения клена. Средний возраст насаждения (1960-1963 гг. - 31 год) по периодам учета снижался, а затем возрастал и к 1997 г. составлял 34 года. Такое изменение трудно объяснить, поскольку за 35 лет возраст увеличился всего на 2 года. Полнота по периодам учета изменялась незначительно и в среднем составляет 0,68. В целом прирост по периодам учета оставался на одном уровне (около 22 м³/га), но класс бонитета насаждений снизился на 23%. Изучение динамики средних таксационных показателей и возрастных изменений насаждений позволяет научно обосновать комплекс мероприятий для разработки наиболее рациональных форм ведения лесного хозяйства в тех или иных категориях лесов. Используя динамику изменения средних таксационных показателей насаждений и лесного фонда при сложившейся системе хозяйствования, можно смоделировать эти процессы и дать прогноз их изменениям на ближайшую и более отдаленную перспективы. Однако нужно знать о возможных пределах реального изменения прогнозируемых признаков. Так, прогнозируемый средний возраст насаждений не должен превышать возраст естественной спелости и т.д. В качестве примера рассмотрим возможную динамику среднего возраста насаждений некоторых древесных пород с использованием данных лесоустройства и материалов учета лесного фонда и с использованием только данных лесоустройства.

1.5 Лекция №5 (2 часа).

Методы определения запаса древостоя при перечислительной таксации

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Классификация видов пробных площадей
2. Вычислительные способы

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификация видов пробных площадей: в основе всех перечислительных способов определения запаса лежат данные перечета деревьев древостоя элемента леса. Перечетом древостоя называется измерение $d_{1,3}$ всех деревьев и распределение их по определенным ступеням толщины и категориям качества стволов. Пробные площади, виды, техника закладки. Пробная площадь – это участок леса, являющийся средним по всем таксационным показателям, лесорастительным условиям и хозяйственным мероприятиям, или же заложенный статистическим образом, подвергнутый детальной перечислительной или измерительной таксации. Существует следующая классификация видов пробных площадей. 1) по продолжительности наблюдения на них: постоянные в наиболее типичных участках леса, с проведением стационарных наблюдений за динамикой лесного биогеоценоза; временные в средних условиях данного участка леса, для однократного обмера и определения всех таксационных показателей насаждения;

летучие в интересующих исследователя местах или заранее заданных точках при выборочно-измерительном учете леса. 2) по целевому назначению: таксационные для таксационной характеристики насаждения, изучения хода роста и текущего прироста, выявления товарной структуры древостоя, установления точности таблиц, составления нормативов таксации леса; дешифровочные для выявления связей таксационных показателей древостоя и морфологических признаков полога насаждения; тренировочные для тренировки глазомера таксаторов; лесохозяйственные для изучения влияния различных хозяйственных мероприятий по уходу за лесом на рост насаждений (рубки ухода, выборочные рубки, гидролесомелиорация), с контрольной секцией; фитопатологические для выявления степени поражения древесины пороками, снижения прироста запаса от энтомовредителей леса; другие пробные площади для разрешения специальных вопросов лесного хозяйства. 3) по пространственной форме: прямоугольные, квадратные в характерных местах участка леса; ленточные для полного охвата всего разнообразия таксируемого леса (отвод лесосек, тренировка глазомера, выборочная таксация лесных массивов); круговые с постоянным радиусом при таксации лесосек; круговые реласкопические при прицельно-измерительной таксации леса, таксации лесосек, статистической инвентаризации лесного фонда. Принятая форма пробной площади обуславливает определенные соотношения между площадью и параметром пробы, разное число деревьев на граничных линиях. Если периметр круга P при данной S равен 1,0, то у квадрата $P = 1,13$; у прямоугольника с соотношением сторон 1:2 периметр составит 1,19, а с соотношением сторон 1:10 периметр будет равен 2,04 и т.д.. 4) по сложности: простые и секционные; 5) по выбору места закладки: типичные, в нормальных насаждениях или средних условиях модальных древостоев, по усмотрению исполнителя; статистические, с выбором по заранее установленной схеме. Различают случайную, типологическую, серийную и механическую выборки пробных площадей, по которым дают характеристики всего описываемого массива леса.

2. Вычислительные способы: вычислительные способы определения запаса леса основаны на закономерностях строения древостоев по таксационным показателям, позволяющим применять метод выявления целого по его части. Такими частями древостоя выступают срубаемые модельные и учетные деревья. Графические и аналитические способы определения запаса древостоев с рубкой деревьев. Основной недостаток вычислительных способов определения запаса древостоя – это отсутствие наглядности и возможности проверки правильности отбора деревьев, степени их соответствия своему назначению. Ошибки, допущенные при выборе модельных и учетных деревьев, незамеченными переходят в получаемый запас древостоя. На использовании указанных связей таксационных признаков были предложены следующие способы графического определения запаса древостоя с рубкой деревьев: а) способ Э. Шпейделя кривой объемов; б) способ Р. Копецкого прямой объемов; в) способ М.Л. Дворецкого относительных объемов стволов.

1.6 Лекция №6 (2 часа).

Тема: Сортиментация леса на корню

1.6.1 Вопросы лекции:

1. Методы сортиментации.
2. Учет древесины.

1.6.2 Краткое содержание вопросов

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

народного хозяйства. Сортиментами называются круглые лесоматериалы определенного назначения, соответствующие требованиям стандартов и технических условий. В производственных условиях часто сортиментный состав древостоя определяют на корню, т. е. до его рубки. Определение выхода сортиментов из несрубленных отдельных деревьев и древостоев называется сортиментацией леса на корню или промышленной таксацией леса. Эта работа проводится при назначении насаждений в рубку. Расчленение общего запаса на сортименты необходимо для установления возраста технической спелости леса, выбора и закрепления сырьевых баз за лесопромышленными предприятиями, а также для оценки лесозапасов древесины крупных лесных массивов в лесозапасных районах. Объектами для сортиментной оценки могут быть: отдельные стволы, назначаемые в выборочную рубку и имеющие определенные размеры и качество; небольшие делянки, отводимые под сплошные рубки; лесосырьевые базы площадью от нескольких десятков до сотен тысяч гектаров. Поэтому каждый из перечисленных объектов имеет свои особенности сортиментной оценки. В теории и практике лесной таксации для сортиментации леса на корню предусматриваются следующие методы: применение сортиментных таблиц; сортиментация по материалам раскряжевки модельных деревьев; сортиментация со сплошной разделкой деревьев на пробных площадях (метод пробных площадей); сортиментация по таблицам объема и сбегу древесных стволов; сортиментация с помощью коэффициентов взаимозаменяемости сортиментов; применение товарных таблиц; индивидуальная подеревная сортиментация. Все перечисленные методы отличаются как по трудоемкости работы, так и по точности получаемых результатов. Поэтому выбор того или иного метода зависит от поставленной цели и требуемой точности оценки.

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

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа)

Тема: Показатели формы и полнодревесности ствола

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

2.1.2 Задачи работы:

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

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.1.4 Описание (ход) работы

По вариантам студентами определяются:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Форма стволов по методу профессора В.К. Захарова (1961). Вслед за немецкими учеными (Гогенадль, Кренн, Продан, Дитмар) профессором В.К. Захаровым форма древесных стволов изучалась путем деления его на 10 равных частей. Диаметры на относительных высотах 0; 0,2; ... 0,9h (d_0 , $d_{0,2}$... $d_{0,9}$), выраженные в процентах от базового диаметра на 0,1h ($d_{0,1}$) представляют собой относительные числа сбега или относительные диаметры: $S_{i/01} = d_{0,0,2...0,9} / d_{0,1} \cdot 100(\%)$,

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

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

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

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

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

$$f = V_c / V_{ц},$$

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

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

По способам определения различают 2 типа видовых чисел.

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

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

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

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

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

Нормальное видовое число.

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

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

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

Взаимосвязи и закономерности изменения видовых чисел и коэффициентов формы. Старое видовое число и коэффициенты формы Шиффеля уменьшаются с увеличением высоты деревьев по гиперболической кривой. Между видовыми числами и коэффициентами формы существуют определенные взаимосвязи, которые позволяют с меньшими затратами находить видовое число, а следовательно и объем ствола:

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

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

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

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

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

По другим простейшим формулам:

$$f = q_2^2;$$

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

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

Например, по нашим данным, для сосны:

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

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

2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа)

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

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

2.2.2 Задачи работы:

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

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.2.4 Описание (ход) работы

Определяются объёмы ствола в коре и без коры:

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

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

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

Принципиальной основой в определении объёма ствола является формула объёма цилиндра:

$$V = g \cdot L,$$

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

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

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

$$V = \gamma \cdot L$$

и усеченного ствола (без вершины):

$$V = \gamma \cdot L_1 + V_B,$$

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

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

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

$$V_B = g_B \cdot l_B / 3$$

или по специальным объёмным таблицам.

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

$$g = \pi \cdot d^2 / 4 ,$$

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

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

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

$V = (g_o + g_L) / 2 \cdot L_1 + V_v$. Если формулу 1.5 применить для ствола в целом, то второе сечение будет равно 0 (окончание верхушечной почки). Формулы (1.1; 1.2; 1.5) являются простыми в использовании, но они дают большие погрешности. Более совершенной является формула, где учитываются 3 диаметра: у основания, на середине и в конце усеченной части ствола.

2. Простая формула срединного и концевых сечений:

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

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

Для ствола в целом:

$$V = (g_o + 4 \cdot g_L) / 5 \cdot L$$

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

2.3 Лабораторная работа №3 (4 часа)

Тема: Определение таксационных показателей насаждений.

2.3.1 Цель работы: научиться определять таксационные показатели насаждений

2.3.2 Задачи работы:

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

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.3.4 Описание (ход) работы

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Возраст древостоя – один из определяющих показателей характеристики древостоев. Его применяют для нахождения класса бонитета, при составлении лесотаксационных нормативов и пользовании таблицами хода роста, определении сроков для назначения хозяйственных мероприятий по уходу за лесом, главной рубки и т.п. Естественные древостои при длительном цикле возобновительного процесса состоят из деревьев, как правило, разного возраста, а искусственные древостои, созданные посадкой леса, состоят из деревьев преимущественного одного возраста (за исключением проводившихся длительное время дополнений).

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

Преобладающим, называют возраст большей части деревьев.

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

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

Среднеарифметический возраст: $A_{ap.} = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) / n$.

Среднеарифметический взвешенный по числу деревьев в ступени (классе) толщины: $A_{ap.} = (a_1 n_1 + a_2 n_2 + \dots + a_n n_n) / N$,

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

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

$$A_{cp.g} = (a_1 g_1 n_1 + a_2 g_2 n_2 + \dots + a_n g_n n_n) / (g_1 n_1 + g_2 n_2 + \dots + g_n n_n),$$

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

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

$$A_{cp.v.} = (a_1 V_1 + a_2 V_2 + \dots + a_n V_n) / (V_1 + V_2 + \dots + V_n),$$

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

Возраст деревьев определяется при перечисленной таксации по модельным или учетным деревьям. При глазомерно-измерительной таксации средний возраст древостоя устанавливается с использованием возрастного бурава и глазомерно. Для глазомерного определения возраста отдельных деревьев, кроме систематической тренировки «глазомера» по данным срубленных деревьев, существуют придержки основанные на таксационно-морфологических признаках (размер деревьев и крон, строение и цвет коры, прирост по высоте и др.). При таксации насаждений методом закладки круговых реласкопических площадок (по полнотомеру Биттерлиха и призме Н.П. Анучина) средний возраст элемента леса $A_{cp.}$ можно определить как средневзвешенный через возраст (A_1, A_2 и т.д.) и площадь поперечных сечений отдельных площадок ($G_1 G_2$ и т.д.):

$$A_{cp.} = (A_1 G_1 + A_2 G_2 + \dots + A_n G_n) / (G_1 + G_2 + \dots + G_n),$$

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

Подобным образом определяется средний возраст в многоярусных и разновозрастных насаждениях, где таксация проводится по ярусам или по поколениям леса. При производственной таксации леса средний возраст определяется с дробностью в полкласса возраста. По среднему возрасту древостоя устанавливается класс возраста. Для хвойных и твердолиственных пород класс возраст принят в 20 лет, а кедра в 40 лет, для мягколиственных – в 10 лет и 5 лет быстрорастущих пород. Класс возраста обозначается «римскими» цифрами. Например, березовое насаждение со средним возраст до 10 лет относится к I классу возраста, 11-20 лет ко II и т.д.

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

При непосредственном измерении диаметров на 1,3 м у всех деревьев определяется средний арифметический диаметр как частное от деления сумма всех диаметров ($d_{1,3}$) деревьев на их количество (n): $D = (d_1 + d_2 + \dots + d_n) / n$.

При перечеде деревьев по ступеням толщины определяют средневзвешенный арифметический диаметр: $D_{взв.} = (d_1 n_1 + d_2 n_2 + \dots + d_n n_n) / N$,

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

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

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

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

Используя таблицы площадей сечений для разных величин диаметров (приложение 12) или формулу площади круга находят таксационный диаметр (D_t) насаждения или его частей. Средний диаметр древостоя (яруса) определяется как среднеарифметическое из средних диаметров составляющих его элементов леса. При производственной таксации

средний диаметр отдельных элементов леса определяется визуально или как средняя величина по измерениям диаметров близких к среднему.

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

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

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

Если обмер высоты проведен у всех учтенных деревьев (или у большинства), то определяют среднюю арифметическую высоту: $H_{ар} = (h_1 + h_2 + \dots + h_n) / n$,

где h_1 и h_n соответственно высоты учтенных деревьев.

При сплошном перече́те с частичными замерами высот по ступеням толщины определяется средняя взвешенная арифметическая: $H_{ар.взв.} = (h_1 n_1 + h_2 n_2 + \dots + h_n n_n) / N$.

Средняя высота по формуле Лорея учитывает «вес» высот через площадь сечения деревьев: $H_g = (h_1 g_1 n_1 + h_2 g_2 n_2 + \dots + h_n g_n n_n) / (g_1 n_1 + g_2 n_2 + \dots + g_n n_n)$,

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

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

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

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

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

Полнота насаждений – характеризует степень занятости площади древостоя деревьями, т.е. это плотность стояния деревьев. Сумму площадей поперечных сечений деревьев на высоте груди всего древостоя или элементов леса в m^2 на 1 га называют абсолютной полнотой. Полнота, определенная для всех элементов насаждения называется общей, а раздельно-частной. Предельно плотное (сомкнутое) стояние деревьев образует нормальное, т.е. эталонное насаждение характеризующей относительной полнотой 1,0, все другие насаждения – в долях единицы. По определению профессора М.М. Орлова (1929) нормальными называют насаждения, которые при данной форме породы, возрасте и условий произрастания являются более совершенными, т.е. когда факторы природных условий использованы в наибольшей степени. В общем виде это идеально-полные насаждения, в котором не должно быть ни одного «лишнего» и ни одного «недостающего» дерева.

Относительная полнота (Π) насаждения – это отношение абсолютной полноты элемента леса (G) к сумме площадей поперечных сечений на 1 га нормального (G_n), т.е. предельного сомкнутого насаждения, соответствующего элемента леса и записывается с точностью 0,01: $\Pi = G(\text{м}^2/\text{га}) : G_n(\text{м}^2/\text{га})$.

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

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

Общую полноту насаждения получают путем суммирования частных относительных полнот элементов леса ($\Pi_{\text{общ}} = \Pi_1 + \dots + \Pi_n$).

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

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

Бонитет насаждения характеризуется классами – пятью основными (I, II, III, IV, V) и четырьмя дополнительными (1а, 1б, Va, Vб) и определяется по общепониманной шкале профессора М.М. Орлова (1911) или по местным, т.е. региональным шкалам.

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

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

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

Класс товарности – показатель, характеризующий в количественной или относительной мере качественное состояние древесного запаса в получении товарной продукции. По товарности, исходя из выхода деловой древесины или соотношения деловых и дровяных стволов хвойные насаждения, кроме лиственницы, делятся на 3, а лиственные – на 4 класса товарности. Класс товарности определяется для каждого элемента леса насаждений приспевающего и старшего возраста. Класс товарности пробной площади каждого варианта устанавливается по проценту числа и объема деловых деревьев. Подрост и подлесок являются составной частью насаждения, наличие которого

предопределяет успешность смены старого поколения леса молодым. Подрост – молодое поколение древесных растений под пологом древостоев, на вырубках и гарях, которое способно сформировать древостой. Его высота принимается не более 1/4 высоты древостоя. Подлесок – совокупность кустарников и реже – древесных пород, произрастающих под пологом насаждений, на гарях и вырубках, но не способных сформировать древостой в определенных условиях произрастания. При таксации насаждений учитывается подрост глазомерно или путем закладки учетных площадок. Подрост оценивается по состоянию, средней высоте и возрасту, количеству на 1 га и размещению на площади каждой породы. Для подлеска определяют: приоритет подлесочных пород, среднюю высоту и количество штук на 1 га.

2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа)

Тема: Определение древесного запаса по модельным деревьям и объемным таблицам

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

2.4.2 Задачи работы:

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

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

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

2.4.4 Описание (ход) работы

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

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

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

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

$$M = V_1 n_1 + \dots + V_n n_n.$$

Способ прямой объемов Р. Копецкого заключается в выравнивании объемов по прямой, поскольку объем ствола примерно с 8 см изменяется линейно в зависимости от площади поперечных сечений деревьев или квадратов диаметров. Поэтому по оси абсцисс откладываются не диаметры, а площади поперечных сечений модельных деревьев или их

квадраты. Снятые с прямой объемы стволов по площадям сечений, соответствующим ступеням толщины, умножаются на их число и суммируются.

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

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

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

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

Если замеры высот для преобладающей породы произведены у 10 или больше деревьев, отобранных по ступеням толщины, то строится график высот, отражающий закономерности изменения высот деревьев по ступеням толщины. На миллиметровой бумаге по оси абсцисс откладываются диаметры, а по оси ординат – высоты деревьев. Средний разряд высот устанавливается как среднеарифметический из разрядов по всем или наиболее представленным ступеням толщины.

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

Из соответствующей графы объемной таблицы соответствующего разряда высот выписывают объемы стволов. Сумма произведений этих объемов (V) на число стволов (n) по ступеням толщины является запасом: $M = V_1n_1 + V_2n_2 + \dots + V_n n_n$.

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

2.5 Лабораторная работа №5 (2 часа)

Тема: Сортиментация леса по модельным и учетным деревьями, сортиментным и товарным таблицам

2.5.1 Цель работы: научиться определять запас древостоя модельным и учетным деревьям, сортиментным и товарным таблицам

2.5.2 Задачи работы:

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

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

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

2.5.4 Описание (ход) работы

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

Для этого берутся значения суммы площадей сечений всех растущих деревьев по перечету (G_d) пробной площади. Из приложения выписываются в выдаваемую преподавателем форму таблицы – «сортиментация древесного запаса» объемы деловой

древесины по категориям крупности, объем дров и отходов для каждого дерева, которые затем суммируются по пробе. Устанавливается товарная структура пробной площади. Полученные составляющие на пробе переводятся на 1 га и выражаются в процентах от общего запаса.

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

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

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

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

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

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

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

Тогда запас i -го сортимента на пробе будет равен

$$M_{\text{сорт}}^i = \Sigma V_{\text{сорт}}^i \cdot K,$$

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

$$M = \Sigma M_{\text{сорт}} + M_{\text{др.}} + M_{\text{отх.}}$$

Класс товарности. По значениям среднего диаметра, средней высоты и класса товарности подбирают соответствующие товарные таблицы. Общий запас на пробной площади распределяется через проценты товарных таблиц в запас деловой древесины по категориям крупности (при необходимости по сортам и сортиментам), запас, дров и отходов. Полученные данные сравниваются с товаризацией этой же пробы по учетным деревьям и сортиментным таблицам. В тренировочных целях для товаризации древостоев дополнительно могут выдаваться характеристики таксационных выделов. Сортиментными (сортиментно-сортными) называют лесотаксационные таблицы, содержащие кроме объемов стволов в коре по ступеням и разрядам высот также данные об объеме деловой древесины по категориям крупности, сортам и сортиментам, а также объемы технологического сырья и топливных дров отходов из деловых дровяных стволов и данные о ликвиде из крон. Расчеты проводят, по форме материальной оценки лесосек применяя исходные данные приложения 10, 11 и сортиментные таблицы по сосне. В данную форму из приложения 10 выписывается количество деловых и дровяных стволов по ступеням толщины. При этом полуделовые деревья разделяются поровну между деловыми и дровяными. Разряд таблиц и общий запас берется из расчетов задания.

По подобранной таблице в пределах каждой ступени толщины для деловых деревьев устанавливается общий запас и запасы крупной, средней и мелкой деловой древесины, дров и отходов путем умножения табличных объемов на число также деловых

деревьев по перечету. Запас дровяных стволов определяется умножением табличных объемов стволов в коре по каждой ступени на число дровяных стволов. В общем виде эти расчеты выражаются так:

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

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

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

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

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

2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа)

Тема: Таксация лесосек и лесосечного фонда: виды учета и методы таксации лесосек

2.6.1 Цель работы: ознакомиться с видами учета и методами таксации лесосек

2.6.2 Задачи работы:

1. Изучить виды и методы таксации лесосек
2. Определить выход деловой древесины

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.6.4 Описание (ход) работы

Одной из важнейших задач ведения лесного хозяйства, кроме сохранения и приумножения лесов является улучшение качественного состава лесов, формирование высокопродуктивных насаждений из хозяйственно-ценных древесных пород, смена старых насаждений молодыми на принципах естественного воспроизводства лесов. Это достигается проведением различных видов и способов рубки леса, в т.ч. рубок ухода и рубок главного пользования. Вовлечение насаждений в рубку связано с отводом и таксацией лесосек. Лесосека – участок леса, отведенный для рубок главного или промежуточного пользования и ограниченный в натуре визирами или естественными рубежами. Под отводом и таксацией лесосек следует понимать комплекс работ, связанных с назначением и подготовкой участков леса к тому или иному виду рубок в соответствии с «Наставлением по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации» (1993), «Правилами заготовки древесины...» (2016) и другой действующей документацией.

Лесосечный фонд - это совокупность участков леса по площади и запасу насаждений, предназначенные к рубке по главному или промежуточному пользованию на определенной территории и на определенный период времени (на год-годовой). При отпуске древесины на корню применяют различные виды ее учета: по площади (в процессе сплошного или частичного (пробного) перечета деревьев определяют количество древесины, которое должно быть заготовлено); по количеству деревьев (по пням), назначенных в рубку (обязательно предварительное клеймение деревьев (кроме длительно-постепенных рубок) и их пересчет); по количеству заготовленной древесины (на лесосеках предварительно указывают ориентировочное количество древесины,

подлежащей рубке; на это количество древесины выписывают лесорубочный билет; после разработки лесосеки производится обмер фактически заготовленной древесины).

Учет по площади производится при сплошных рубках и чересполосных постепенных рубках следующими методами: а) сплошного перечета; б) ленточного перечета; в) круговых реласкопических площадок; г) круговых площадок постоянного радиуса. Учет по количеству деревьев, назначаемых в рубку, производится при проведении: а) выборочных рубок (кроме чересполосных постепенных рубок); б) рубок ухода за лесами в молодняках второго класса возраста, в средневозрастных, приспевающих лесных насаждениях при среднем диаметре древостоя более 12 см; в) выборочных санитарных рубок; г) при рубке единичных деревьев; д) при заготовке гражданами для собственных нужд в целях отопления сухостойной, ветровальной и буреломной древесины.

Основания для выбора метода таксации лесосек

Метод таксации лесосек	Ошибка в запасе на выделе, %	Площадь лесосеки (делянки), га	Условия применения
Сплошной пересчет	5	До 3 га	Во всех лесах независимо от характеристики насаждения.
Круговые реласкопические площадки	10	3 га и более	Во всех лесах при возможности использования полнотомера.
Ленточный пересчет; круговые площадки постоянного радиуса	7	3 га и более	Во всех лесах на лесосеках с наличием густого подроста и подлеска, низкоопущенных крон деревьев и других условий, не позволяющих использование полнотомеров.

Учет по объему заготовленной древесины производится, если предварительное его установление до рубки не представляется возможным: а) при рубках ухода в молодняках; б) при рубках ухода в средневозрастных лесных насаждениях, если средний диаметр назначаемых в рубку древостоев менее 12 см; в) при разработке горельников, валежника, бурелома и ветровала; г) при разработке лесосек выборочными рубками (кроме чересполосных постепенных рубок) без предварительного отбора и отметки вырубаемых деревьев специально обученными машинистами лесозаготовительных машин и вальщиками леса. Сплошной пересчет проводится на лесосеке отдельно по каждому таксационному участку (выделу). Пересчет деревьев проводится по породам, категориям технической годности и ступеням толщины на высоте груди (1,3 м). При среднем диаметре древостоя выше 16 см – ступень толщины 4 см; при среднем диаметре до 16 см – ступень толщины 2 см (приложение 41). Пересчету подлежат деревья со ступени толщины 8 см.

По технической годности деревья делятся на 3 категории. В зависимости от протяженности деловой части ствола от комля и высоты они делятся на деловые, полуделовые и дровяные:

высота дерева, м	до 20	более 20
деловые	от 1/3 h и более	6,5 м и более
полуделовые	от 2 м до 1/3 h	2,0-6,5 м
дровяные	до 2 м в комле до 3-х м в других местах	до 2 м в комле

Ленточный пересчет проводится на лентах, закладываемых вдоль граничных линий и внутренних визиров, параллельно длинной стороне лесосеки. Число лент перечета устанавливается в зависимости от ширины лесосеки (приложение 42). Суммарная

площадь ленточных перечетов – 8% от общей площади лесосеки. На углах лент ставят колья. Измерение диаметров и высот деревьев проводится так же, как и при сплошном перечете.

Круговые реласкопические площадки закладываются в древостоях, где нет густого подроста и подлеска с использованием полнотомеров и призмы. Количество круговых реласкопических площадок устанавливается в зависимости от площади лесосеки, однородности и полноты древостоя согласно приложения 43.

Все учитываемые (полнотомером или призмой) на реласкопических площадках деревья разделяются по категориям технической годности для определения суммы площадей сечений и запасов на 1 га всех растущих и в т.ч. деловых деревьев. Для определения среднего диаметра измеряется диаметр на высоте груди одного среднего для каждой пробы дерева на каждой нечетной площадке.

Разряд высот устанавливается как и при сплошном учете, делением числа деревьев по категориям технической годности: полуделовые делят пополам между деловыми и дровяными на число полных площадок, определяется число деревьев каждой породы, приходящееся на одну полную площадку. Полученные данные представляют собой суммы площадей сечений деревьев на высоте 1,3 м в квадратных метрах на 1 га и в среднем на выделе.

Запас на 1 га вычисляется по породам отдельно для деловых и дровяных деревьев путем перемножения их сумм площадей сечений на видовые высоты.

Выход деловой древесины определяют по формуле:

$$P_{\text{дел}} = K \cdot M_{\text{дел}} / M_{\text{общ}},$$

где $M_{\text{дел}}$ и $M_{\text{общ}}$ – деловая древесина и общий запас, K – выход деловой древесины из деловых стволов хвойных пород $K = 85\%$, для лиственных $K = 75\%$. По проценту деловой древесины подбирается товарная таблица для товаризации общего запаса.

Круговые площадки постоянного радиуса закладываются для таксации лесосек, где применение реласкопических площадок затруднено из-за наличия густого подроста. Радиусы круговых площадок даны в приложении 44. Порядок работы по отграничению круговых площадок изложен в «Наставлении...».

Деревья, оказавшиеся внутри круговой площадки, подлежат сплошному перечету обычным порядком. Обработка материала и материальная оценка проводится как и при сплошном учете.

Переход среднеарифметического диаметра, установленного на площадках, к таксационному устанавливается по формуле: $D_t = D_{\text{ар}} \cdot 1,03$

При ленточном перечете и круговыми площадками постоянного радиуса на всю площадь выдела все данные переводятся по их площади.

Таксация лесосек по материалам лесоустройства. Намеченные к отводу лесосеки предварительно обследуются с установлением произошедших после изменений лесоустройства.

Соответствие фактической характеристики насаждений данным лесоустройства осуществляется по выделам путем закладки в них круговых реласкопических площадок или площадок постоянного радиуса. Число площадок для контрольной таксации: до 5 га - 3 шт.; 6-15 га - 4 шт. и более 16 га – 5 шт. При давности лесоустройства 5 и более лет запас корректируется на год рубки, т.е. вносятся поправки на прирост.

Все учтенные деревья на площадках подразделяются на категории технической годности, и по соотношению числа деловых (q_1) и дровяных (q_2) стволов и среднего процента выхода деловой древесины хвойных ($K=90\%$) и лиственных пород ($K=80\%$) устанавливают процент деловой древесины на выделе или лесосеке:

$$P = K \cdot q_1(q_1 + q_2)$$

Следует заметить, что указанные « K », взятые из «Наставления...» завышены примерно на 5%. В формуле (7.3) для более объективной оценки число стволов целесообразно заменить на площади сечений (g).

Пользуясь приложением 35, устанавливают класс товарности.

По средним значениям установленного класса товарности проводится товаризация (сортиментация) общего запаса, путем умножения его на соответствующий процент качественно-размерной группы (деловая по категориям крупности, дрова, отходы и т.п.) и делением произведения на 100.

Для выполнения данной работы выдаются отдельные исходные данные результатов таксации лесосек путем закладки реласкопических площадок, а также данные таксации выделов насаждений приспевающего и старшего возраста для товаризации условно принятого лесосечного фонда.

2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа)

Тема: Материально-денежная оценка лесосек при разных методах таксации

2.7.1 Цель работы: научиться выполнять материально-денежную оценку лесосек при разных методах таксации

2.7.2 Задачи работы:

1. Изучить основы материально-денежной оценки лесосек
2. Произвести материально-денежную оценку лесосек

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. учебное пособие

2.7.4 Описание (ход) работы

По данным вариантов проводится материально-денежная оценка пробной площади соответствующего варианта, которая условно принимается как лесосека сплошной рубки леса. Данные для материальной оценки берутся из задания 3.2, поскольку товаризация этих объектов рассмотрена прежде как сортиментация леса на корню.

Вторая часть – денежная оценка древесины на корню осуществляется с использованием региональных ставок платы за единицу объема древесины лесных насаждений. В ведомости материально-денежной оценки объема по ступеням толщины вычисляют с округлением до $0,01 \text{ м}^3$, а общие итоги по пробной площади (условно лесосеке) округляют до 1 м^3 .

Произведение ставки в рублях за 1 м^3 соответствующей группы качества древесины (крупная, средняя и т.д.) дает ее стоимость на корню. Суммируя оценки по группам качества, получаем общую денежную стоимость древесины на корню.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ – не предусмотрено РУП

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ – не предусмотрено РУП