

уравнениями связи среднеквадратического отклонения или коэффициента вариации со средним арифметическим и общепринятыми формулами вариационной статистики.

Таким образом, подтверждаются отмечавшаяся ранее другими авторами связь состава древостоев с лесорастительными условиями, обратно пропорциональная зависимость между коэффициентом вариации и представленностью древесной породы в составе лесов, значительные коэффициенты вариации для сопутствующих пород.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануфриева В.Г. Взаимоотношения сосны и ели в смешанных лесных культурах: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мн., 1976.
2. Багинский В.Ф. Продуктивность и территориальное размещение сосново-еловых древостоев в БССР// Лесохозяйственные пути повышения продуктивности лесов БССР. М., 1985.
3. Багинский В.Ф., Терехова Р.Л. Особенности роста сосны и ели при совместном произрастании в лесах Белоруссии// Лесоведение. 1982. № 6. С.71—78.
4. Ермаков В.Е., Машковский В.П. Исследование состава сосновых лесов// Лесоведение и лесн. хоз-во. Мн., 1987. Вып.22. С.79—83.
5. Ермаков В.Е. Исследование состава еловых древостоев// Лесоведение и лесн. хоз-во. Мн., 1969. Вып.1. С.156—159.
6. Машковский В.П., Ермаков В.Е. Исследование состава хвойных лесов Белоруссии и его связи с условиями местопроизрастания// Лесоведение и лесн. хоз-во. Мн., 1989. Вып.24. С.89—98.
7. Лосицкий К.Б., Чуенков В.С. Эталонные леса. М., 1980.
8. Патриевская Г.Ф. Экспериментальная оценка некоторых факторов, лимитирующих видовое богатство в ельнике сфагново-черничном// Лесоведение. 1982. № 4. С.67—74.
9. Юркевич И.Д., Смоляк Л.П. Сосновые, дубовые и ольховые формации Полесья// Сб. науч. раб. по лесн. хоз-ву. Гомель, 1958.
10. Машковский В.П. Формирование породного состава хвойных лесов Белоруссии в условиях интенсивной хозяйственной деятельности: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мн., 1989.
11. Багинский В.Ф. Особенности пространственного размещения индивидуумов в смешанных фитоценозах// Ботаника: Исслед. Мн., 1984. Вып.26. С.23—25.
12. Веселов И.В. Смешанные леса из пихты и бука на Северном Кавказе и их биологическая продуктивность. Краснодар, 1973.
13. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М., 1962.
14. Машковский В.П. Анализ распределения плотности вероятностей коэффициентов видового состава различных древесных пород в сосновых лесах по типам леса// Лесоведение и лесн. хоз-во. Мн., 1990. Вып.25. С.74—78.
15. Ермаков В.Е., Машковский В.П. Распределение плотности вероятностей коэффициентов видового состава в сосновых лесах// ИВУЗ. Лесн. журн. 1990. № 5.
16. Крамер Г. Математические методы статистики. М., 1975.
17. Труль О.А. Математическая статистика в лесном хозяйстве. Мн., 1966.

УДК 630\*332

Л.С.ЗАСТЕНСКИЙ, д-р с.-х. наук,  
В.К.ГВОЗДЕВ, канд. с.-х. наук (БТИ)

#### ЗАПАСЫ ПНЕВО-КОРНЕВОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ

Одной из важнейших задач предприятий лесного комплекса является рациональное использование древесины путем внедрения в производство мало- и безотходных технологий с применением всей биомассы дерева. Эта задача актуальна и для Беларуси, где, несмотря на высокую лесистость

территории, наблюдается недостаток древесины и ежегодно ввозится ее из других регионов около 1,5 млн м<sup>3</sup> [1]. Чтобы в перспективе исключить дорогостоящие перевозки и обеспечить потребность народного хозяйства республики в древесине, необходимо уменьшить потери сырья при заготовке и переработке, а также интенсифицировать процесс лесовыращивания.

Один из путей получения дополнительной древесной массы при лесозаготовках — использование пнево-корневой древесины основных лесобразующих пород. Начальный этап решения этого вопроса — определение объемов пней и корней, запасы которых в отличие от запасов надземной части деревьев изучены недостаточно. В литературе об этом имеются противоречивые данные. В связи с этим нами были определены объемы пнево-корневой древесины сосны [2] и ели на вырубках в суходольных типах леса.

Исследования проводились на раскорчеванных вырубках в Борисовском опытном, Негорельском учебно-опытном и Минском лесхозах. Параметры и объемы пней по ступеням толщины определялись на участках с частичной или сплошной корчевкой пней машиной МП-2А в агрегате с трактором Т-130. Объемы надземной и подземной частей пней рассчитывались по формуле, предложенной Ю.Г.Санниковым [3]:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4,$$

где  $V$  — объем пнево-корневой древесины, м<sup>3</sup>;  $V_1$  — объем пня от уровня условного центрального сечения корневой шейки, м<sup>3</sup>;  $V_2$  — объем части пня, расположенной ниже корневой шейки до перехода ее к центральному корню, м<sup>3</sup>;  $V_3$  — объем центрального корня, м<sup>3</sup>;  $V_4$  — объем корней первого порядка, м<sup>3</sup>.

Объем образующих частей пня вычислялся по формуле объема усеченного конуса. Диаметры пней и образующие их частей измерялись линейкой в двух взаимно перпендикулярных направлениях с вычислением средней величины. Для каждой 4-сантиметровой ступени толщины анализировалось не менее 20 пней. Статистическая обработка данных произведена на ЕС ЭВМ [4]. Подробно методика исследований изложена нами ранее [2].

Исследования показали, что количество еловых пней на вырубках в расчете на 1 га варьирует от 220 до 480 шт. Преобладают мелкие и средние пни (диаметром до 40 см), крупные пни представлены незначительно (до 20 % общего количества). Высота пней колеблется от 12 до 55 см. В основном распространены пни высотой до 30 см (70 % общего количества). Приведенные данные характерны и для сосновых пней, за исключением их высоты. Как установлено, высота еловых пней в высших ступенях толщины (40—56 см) больше, чем сосновых, в среднем на 15—20 %, что объясняется горизонтальным разветвлением корней первого порядка и приподнятостью корневой розетки.

Для выявления зависимости между диаметрами пней и их объемами был произведен множественный регрессионный анализ, который позволяет описать и оценить характер связи. Путем аналитического анализа моделей связи диаметров и объемов пней отобраны уравнения прямой линии, параболы второго и третьего порядков, логарифмической кривой. Обработка опытных данных и оценка коэффициентов регрессий производились на ЕС ЭВМ по стандартной программе множественного регрессионного анализа [5]. Установлено, что в качестве модели связи диаметров и объемов еловой пнево-корневой древесины следует использовать уравнение параболы третьего порядка:

$$y = -92,9 + 12,62x - 0,418x^2 + 0,0064x^3,$$

где  $y$  — объем пнево-корневой древесины;  $x$  — диаметры пней.

Основные показатели достоверности регрессии:

1. Критерий Фишера:  $F = 214,9 > F_{0,5} = 4,07$ .
2. Коэффициент множественной регрессии:  $R^2 = 0,994$ .
3. Стандартная ошибка оценки объемов пнево-корневой еловой древесины:  $P_y = 4,8 \% < P_T = 5 \%$ .
4. Оценка коэффициентов по  $t$ -критерию Стьюдента:

$$t_1 = 1,55; t_2 = -1,62; t_3 = 2,56; t_{05} = 2,20.$$

Анализ полученных данных показывает, что 71—91 % общего объема еловой пнево-корневой древесины приходится на подземную часть. Объемы надземной части пней изменяются от 16 до 51 %, подземной — от 22 до 59 %, а пнево-корневой древесины — от 14 до 53 % (табл. 1).

Объемы надземной части пней увеличиваются более динамично, чем подземной. Так, объем надземной части пня в последней ступени толщины (56 см) в 41 раз больше, чем в первой ступени (12 см), в то время как для надземной части наблюдается увеличение только в 24 раза, а для общего объема пня — в 28 раз (см. табл. 1). Несмотря на отличие в характере строения корневых систем, объемы пнево-корневой сосновой и еловой древесины в ступенях толщины 8—40 см различаются незначительно. В вышних ступенях толщины (44—56 см) объемы еловых пней выше на 39—44 %.

Для заготовки и использования пнево-корневой древесины необходимо иметь данные о доле отходов от объема первичного сырья (в нашем случае от объемов стволов). Расчеты показывают, что объемы пнейвой древесины по отношению к объемам хлыстов колеблются от 8,5 до 15,3 %. Для определения среднего объема древесины ели на вырубках использован метод средне-взвешенных величин. За основу были взяты среднее процентное распределение пней по ступеням толщины на лесосеках и доля пнево-корневой древесины от стволовой по ступеням толщины. Установлено, что запасы

Таблица 1. Объемы доступной для заготовки пнево-корневой еловой древесины по ступеням толщины

Ступень толщи- ны, см	Надземная часть пней				Подземная часть пней				Пнево-корневая древесина			
	$M \pm m,$ $m^3 \cdot 10^{-3}$	средне- квად- рати- чес кое откло- нение	коэффи- циент вари- ации, %	досто- вер- ность оценки средне- го значе- ния	$M \pm m,$ $m^3 \cdot 10^{-3}$	средне- квад- рати- чес кое откло- нение	коэффи- циент вари- ации, %	досто- вер- ность оценки средне- го значе- ния	$M \pm m,$ $m^3 \cdot 10^{-3}$	средне- квад- рати- чес кое откло- нение	коэффи- циент вари- ации, %	досто- вер- ность оценки средне- го значе- ния
12	1,99±0,38	1,01	50,7	5,2	13,3±2,5	2,9	34,0	8,6	15,6±1,9	5,0	31,8	3,1
16	3,22±0,39	1,22	37,8	8,4	18,9±0,9	2,8	48,9	6,5	22,1±3,8	11,9	53,6	5,9
20	5,39±0,36	1,09	20,2	14,8	37,9±,4	10,2	59,0	5,4	43,5±5,8	17,5	40,1	7,5
24	7,68±0,70	1,99	26,0	10,9	38,8±3,9	11,1	57,1	5,0	47,7±8,0	22,7	47,7	5,9
28	11,71±0,77	3,17	27,1	15,2	69,4±5,1	12,6	48,1	8,3	75,9±7,4	29,6	39,0	10,3
32	18,29±1,40	5,44	29,7	13,0	83,6±5,0	20,1	59,2	6,8	98,3±7,9	31,7	32,2	12,4
36	23,44±1,74	6,50	27,8	13,5	97,2±7,0	25,1	50,7	7,1	121,5±12,3	42,5	35,0	9,9
40	30,14±2,12	7,31	24,3	14,3	122,7± 5,6	20,1	32,0	11,3	154,1±12,8	47,8	31,0	12,1
44	34,68±2,31	7,61	21,9	15,1	188,6± 11,8	39,1	45,5	7,3	225,1±9,8	32,5	14,4	23,0
48	56,37±6,11	17,21	30,4	9,3	197,7± 6,5	19,6	22,4	13,4	244,7±24,3	72,8	29,7	10,1
52	68,20±7,30	14,22	18,5	12,5	240,5± 9,8	23,2	28,3	11,5	310,5±12,5	41,5	26,0	11,4
56	81,45±4,72	13,33	16,4	17,3	317,3±17,2	48,7	33,1	8,6	450,4±67,8	191,8	42,6	6,6



пнево-корневой древесины составляют в среднем 10,1 % запасов стволовой древесины. Следовательно, на еловых вырубках дополнительно к стволовой можно заготовить 25—35 м<sup>3</sup>/га пнево-корневой древесины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марковский Г.А. Шумите, пуши и дубравы // Политинформатор и агитатор. 1986. № 17. С.16—17.
2. Застенский Л.С., Гвоздев В.К. Запасы пнево-корневой древесины сосновых вырубок в БССР // Лесоведение и лесн. хоз-во. 1990. Вып.25.
3. Санников Ю.Г. Таксация смолистой древесины сосны и влияние осмолозаготовок на рост молодняков: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Л., 1986.
4. Атрощенко О.А. Применение ЭВМ в научных исследованиях и дипломном проектировании по лесному хозяйству. Мн., 1985.
5. Атрощенко О.А. Регрессионные модели связи диаметров и высот деревьев в березовых древостоях // Лесоведение и лесн. хоз-во. 1982. Вып.17.

УДК 630\*566:681.31

О.А.АТРОЩЕНКО (БТИ)

### МАТЕРИАЛЬНО-ДЕНЕЖНАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ДРЕВОСТОЕВ ПО МОДЕЛИ НА ЭВМ

Алгоритмы, применяемые для материально-денежной оценки запасов древостоев на ЭВМ, в основном дублируют последовательность ручного счета: 1) сплошной, ленточный или выборочный пересчет деревьев; 2) определение распределений числа деревьев по ступеням толщины и качественным категориям; 3) сортиментация по сортиментным таблицам; 4) оценка таксовой стоимости запаса древостоя. Совершенствование материально-денежной оценки лесосек затруднено, так как отсутствуют данные о точности таксации лесосек [1].

Для материально-денежной оценки запасов древостоев разработана имитационная модель «Лесосека». Программа написана на Фортране-IV в ОС ЕС ЭВМ. Вводом в модель являются данные выборочной или глазомерно-измерительной таксации древостоев без пересчета деревьев: число деловых ( $N_{\text{дел}}$ ) и дровяных ( $N_{\text{др}}$ ) деревьев, средний диаметр ( $D$ ) древостоя, минимальный ( $d_{\text{мин}}$ ) и максимальный ( $d_{\text{макс}}$ ) диаметры деревьев, средние возраст ( $A$ ) и высота ( $H$ ), класс бонитета ( $H100$ ). Выход модели — распределение числа деревьев по ступеням толщины и качественным категориям (деловые и дровяные), объем деловой древесины (крупная, средняя, мелкая), дров и отходов.

Распределение числа деревьев по ступеням толщины устанавливается на основе теоретической модели бета-распределения [2]:

$$f(d) = C(d - d_{\text{мин}})^{\alpha} \cdot (d_{\text{макс}} - d)^{\gamma}, \quad (1)$$

где  $C$  — коэффициент соответствия площади под кривой распределения