

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 м³ [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, м³; V_1 — объем пня от уровня условного центрального сечения корневой шейки, м³; V_2 — объем части пня, расположенной ниже корневой шейки до перехода ее к центральному корню, м³; V_3 — объем центрального корня, м³; V_4 — объем корней первого порядка, м³.

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:

$$t_1 = 1,55; t_2 = -1,62; t_3 = 2,56; t_{0,5} = 2,20.$$

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 высших 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 пневой древесины по отношению к объемам хлыстов колеблются от 8,5 до 15,3 %. Для определения среднего объема древесины ели на вырубках использован метод средневзвешенных 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 толщины, см | Надземная часть пней | | | Подземная часть пней | | | Пнево-корневая древесина | | | достоверность оценки среднего значения | |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|--|-------------------------|
| | средне-квadraticное отклонение | коэффициент вариации, % | достоверность оценки среднего значения | М±m, м ³ ·10 ⁻³ | средне-квadraticное отклонение | коэффициент вариации, % | достоверность оценки среднего значения | М±m, м ³ ·10 ⁻³ | средне-квadraticное отклонение | | коэффициент вариации, % |
| 12 | 1,99±0,38 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 м³/га пнево-корневой древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марковский Г.А. Шумите, пунци и дубравы // Политинформатор и агитатор. 1986. № 17. С.16—17.
2. Застенский Л.С., Гвоздев В.К. Запасы пнево-корневой древесины сосновых вырубков 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