

С. И. Минкевич, аспирант

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ЗАПАСОВ И ВЫСОТ ДРЕВОСТОЕВ ПО МАТЕРИАЛАМ ВЫБОРОЧНОЙ ЛЕСОИНВЕНТАРИЗАЦИИ МАТЕМАТИКО- СТАТИСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

The researches were carried out on the basis of materials of sample forest inventory. Designing of the forest tables on the basis of mathematical models of connection between stand indexes is described in this article.

Математические модели связи таксационных показателей деревьев в древостое позволяют решить ряд вопросов, связанных с задачами прогноза роста и производительности древостоев, разработкой лесотаксационных моделей и нормативов.

В течение формирования и развития лесной науки ученые исследовали взаимосвязи между различными таксационными показателями [1]. В качестве математической формы эмпирических моделей связи в основном используют регрессионные уравнения и реже интерполяционные многочлены. Методами регрессионного анализа получены практически все наиболее содержательные биометрические закономерности в лесном деле.

Экспериментальный материал представлен данными выборочной инвентаризации сосновых лесов Негорельского учебно-опытного лесхоза математико-статистическим способом 1991 года, а также данными перечислительной таксации чистых одновозрастных сосновых насаждений на 55 временных пробных площадях, которые в возрасте от 10 до 110 лет характеризовались I<sup>a</sup>-III классами бонитета, средним диаметром от 3 до 31 см, высотой от 3 до 29 м. Обработка опытных данных и оценка коэффициентов регрессий способом подбора регрессионной модели, исходя из минимизации суммы квадратов остатков, производилась на ПЭВМ, по программе Statgraphics, а также с использованием электронной таблицы Excel-97, входящей в состав пакета Microsoft Office.

Большинство авторов исходят из того, что важное значение имеет простота модели и количество коэффициентов, подлежащих оценке. Поэтому выбирают уравнение регрессии по возможности из простых функций, которые путем алгебраических преобразований приводятся к линейному виду. Это позволяет применить относительно простые, но хорошо разработанные методы множественного линейного регрессионного анализа. На линейную часть уравнения (с коэффи-

циентом при аргументах в степени единица) обычно приходится наибольшая информация. К нелинейным уравнениям, в первую очередь, принадлежат показательные, степенные, логарифмические и гиперболические функции.

Пошаговый регрессионный анализ выполнен в виде: первоначально была вычислена регрессия линейной части уравнения, а затем проверено улучшение модели путем последовательного введения нелинейной и аддитивной части регрессии. При выборе регрессионных моделей приняты следующие требования:

1. Модель должна объяснять не менее 80% вариации зависимой переменной ( $R^2 > 0.80$ ). 2. Коэффициенты регрессии значимы на 5%-ном уровне значимости по t-критерию Стьюдента ( $t_b > 2$ ). 3. Регрессия достоверна по F-критерию Фишера с вероятностью 0.95 ( $F_p > F_{кр}$ ). 4. Относительная стандартная ошибка регрессии не более 10%.

В результате была получена множественная линейная регрессия:

$$M = 19.8 \times H - 1.5 \times A - 6.3 \times H_{100} - 5.0 \times G$$

$$(R^2 = 0.90; P_M = \pm 3.7; t_{b1} = 4.2; t_{b2} = 1.7; t_{b3} = 2.0; t_{b4} = 2.3; F = 17.3).$$

Для моделирования связей запасов и средних высот древостоев использовались следующие уравнения, отобранные в результате аналитического обзора работ других авторов:

$$\frac{1}{y} = a + bx; \quad y = \exp(a + bx); \quad y = a + \frac{b}{x};$$

$$y = a + bx^n; \quad y = ax^b.$$

Отметим, что для аналитического описания связей запасов и средней высоты деревьев нецелесообразно использовать многочлены высокой степени или другие уравнения, содержащие большое число параметров, так как полученные модели связи (особенно при малом числе наблюдений) будут отражать случайные колебания, а не основную тенденцию развития явления.

Регрессионная модель, полученная на основании данных выборочной лесоинвентаризации сосновых древостоев Негорельского учебно-опытного лесхоза, имеет вид

$$M = \exp(4.73 + 0.05 \times H);$$

$$(R^2 = 0.89; P_M = \pm 5.4; t_{b1} = 4.9; F = 31.5).$$

На основании данных перечислительной таксации на временных пробных площадях (сосновые древостои с полнотой 0,89-1,0) зависи-

мость между запасом и средней высотой можно выразить регрессионным уравнением степенного типа:

$$M = 6.97 \times H^{1.28};$$

$$(R^2=0.91; P_M=\pm 4.7; t_{bl}=4.8; F=27.9).$$

Выполнен расчет запасов в зависимости от высоты при полноте 1.0, и полученные результаты проанализированы в сравнении с данными стандартных таблиц сумм площадей сечений и запасов при полноте 1.0 (таблицы ЦНИИЛХ) с данными белорусских стандартных таблиц сумм площадей сечений и запасов при полноте 1.0 и видовых чисел [3], а также с данными таблиц хода роста сосновых древостоев Багинского В.Ф.[3].

Выявлены существенные расхождения по запасу в сравнении с белорусскими таблицами и с таблицами хода роста (табл. 1).

Таблица 1  
Систематические ошибки ( $S_m$ ) и среднеквадратические отклонения ( $\sigma_m$ ) данных выборочной лесоинвентаризации

В сравнении с данными	$S_m$		$\sigma_m$	
	м <sup>3</sup>	%	м <sup>3</sup>	%
Перечислительная таксация	-21	-3,8	34	6,5
Таблицы ЦНИИЛХ	9	2,4	10	2,6
Белорусские таблицы	-35	-7,6	45	9,1
Таблицы хода роста	-42	-8,5	60	13,4

Результаты показывают, что систематическая ошибка материалов выборочной лесоинвентаризации составляет -3.8%, среднеквадратическая ошибка  $\pm 6.5\%$ , что указывает на достаточно высокую точность материалов выборочной таксации лесов. Стандартные таблицы ЦНИИЛХ, применяемые при глазомерной таксации лесов Беларуси, имеют незначительные отклонения (среднеквадратическая ошибка  $\pm 2.6\%$ ) Значительные расхождения выявлены при сравнении с аналогичными данными белорусских стандартных таблиц - среднеквадратическая ошибка составила  $\pm 9.1\%$ .

В дальнейшем планируется проверить полученные данные на основе материалов выборочной инвентаризации лесов Гродненской области, где заложено 236 трактов, протаксирована 7891 круговая пробная площадь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко О.А. Система моделирования и прогноза роста древостоев (на примере БССР) : Дис. на соискание ученой степени доктора с.-х. наук: 06.03.02.- Киев, 1985.
2. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере. - М.: Финансы и статистика, 1995.
3. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской БССР. - М., 1984.

УДК 630\*221

Л. В. Ригаль, ассистент;  
К. В. Лабоха, ассистент

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОДРОСТА В СОСНЯКЕ ВЕРЕСКОВОМ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ ПОСТЕПЕННОЙ РУБКИ**

Brought results of studies of particularities of shaping undergrowth in the heatory pine stands in conditions of conduct of the gradual chopping

При главной рубке происходят существенные изменения в горизонтальной и вертикальной структуре насаждения. В результате прямого механического воздействия повреждаются или даже уничтожаются некоторые компоненты лесного биоценоза, происходит перераспределение потоков солнечной радиации.

Разреживание древостоев в процессе несплошных рубок создает благоприятный эоклимат для появления сопутствующего возобновления и сохранения подроста сосны под пологом леса. Остающиеся материнские деревья сглаживают влияние критических температур на всходы и самосев; не наблюдается распада и замены характерного данному типу леса живого напочвенного покрова. Смягчение послерубочного стресса способствует лучшей сохранности подроста предва- рительных генераций.

Особенности формирования подроста в сосняке вересковом в условиях ведения постепенной рубки изучались в 157 квартале Негорельского лесничества Негорельского лесхоза. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждения до и после осветительного приема постепенной рубки (1992 г.) следующая (табл. 1).