

7. ГОСТ 9463-83. Круглые лесоматериалы хвойных пород.- М.: Госстандарт, 1983.
8. Федоров Н.И. Корневые гнили хвойных пород.- М.: Лесная промышленность, 1984.

УДК 630\*56

О.А. Атрощенко, профессор;  
К.Ф. Морено, аспирант;  
С.В. Ковалевский, аспирант

### СТРОЕНИЕ И ХОД РОСТА СОСНЫ ЯЙЦЕПЛОДНОЙ В НИКАРАГУА

Structure and growth of a pitch pine in Nicaragua are discussed.

Внедрение компьютерных технологий в лесное хозяйство и лесоустройство требует разработки нормативов для оценки лесных ресурсов и ведения лесного хозяйства, представленных в виде математических моделей хода роста и производительности древостоев, распределения деревьев по диаметру, программ рубок ухода и других.

Модели роста леса используются в оценке продуктивности насаждений и производительности условий произрастания, разработке нормативов таксации леса, при прогнозировании и актуализации лесного фонда и принятии оптимальных решений ведения лесного хозяйства.

Главными задачами моделирования строения древостоев по диаметру являются: получение распределения деревьев по ступеням толщины на основе таксационных показателей древостоя без сплошного перечета деревьев, определение оптимальной структуры древостоев, научное обоснование для разработки программ рубок ухода, направленных на выращивание высокопродуктивных насаждений, а также для повышения точности таксации и совершенствования лесоустроительного проектирования. Модели строения древостоев по диаметру используются для предварительной оценки товарности древостоев, особенно в труднодоступных местах, которые часто встречаются в тропических условиях местопроизрастания.

Для описания распределений, ограниченных с двух сторон, используется бета-распределение. Из бета-распределения можно получить практически все встречающиеся распределения как предельные вероятностные кривые[1]. Бета-функция определяется интегралом

$$B(\alpha, \gamma) = \int_a^b (x-a)^{\alpha-1} (b-x)^{\gamma-1} dx, \quad (1)$$

где  $B(\alpha, \gamma)$  – площадь под кривой распределения;  $\alpha, \gamma$  – экспоненты функции;  $x$  – случайная величина;  $a, b$  – нижний и верхний пределы распределения.

При использовании бета-функции для аппроксимации опытных распределений деревьев в древостое по диаметру необходимо, чтобы площадь под кривой (т.е. теоретическое число наблюдений) была равна числу деревьев в древостое. Это достигается введением коэффициента  $C$ , значение которого можно определить из выражения

$$C = N / \left[ \int_a^b (x - a)^\alpha (b - x)^\gamma dx \right]. \quad (2)$$

Тогда дифференциальная функция бета-распределения для аппроксимации распределения деревьев по диаметру принимает следующий вид:

$$f(d) = C (d - d_{\min})^\alpha (d_{\max} - d)^\gamma. \quad (3)$$

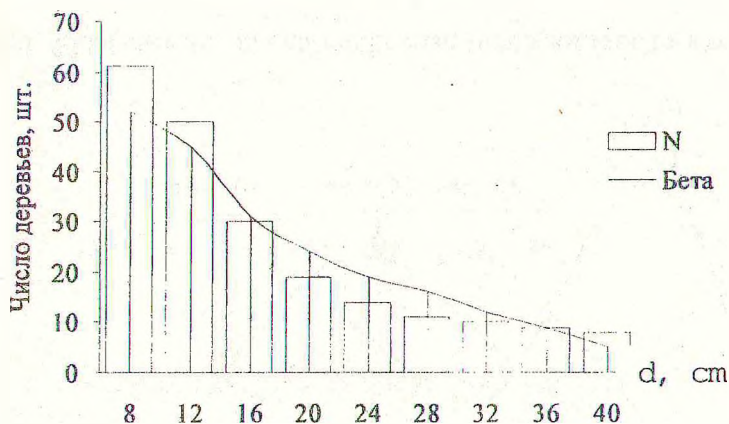


Рис. 1. Опытное и теоретическое бета-распределение деревьев по диаметру

Опытное распределение диаметров деревьев в древостое сосны яйцеплодной 27 класса бонитета имеет вид убывающего J-образного распределения (рис. 1).

Для практического использования модели бета-распределения создана имитационная система моделирования строения древостоев по диаметру для трех классов бонитета<sup>1</sup> (Н16, Н19, Н27) на основе исследования распределения деревьев по диаметру в сосновых насаждениях Никарагуа, применения регрессионных моделей связи параметров бета-распределения и таксационных показателей деревьев в древостое, алгоритма имитации строения и вычисления таксационных показателей древо-

<sup>1</sup> Класс бонитета определяется по доминантной высоте в возрасте 20 лет



стоя. При разработке системы использовались методика, алгоритмы и программа K104DIAM, представленные проф. О. А. Атрощенко[2].

Программа DMODEL для имитационного моделирования строения сосновых древостоев по диаметру написана на языке Фортран-90 с транслятором Microsoft Power Station 1.0, работающим в среде Windows 95.

Компьютерная система для моделирования строения сосновых древостоев по диаметру позволяет разрабатывать таблицы строения древостоев по диаметру в дополнение к таблицам хода роста и производительности древостоев, имитировать перерасчет деревьев. В систему вводятся данные: таксационные показатели (возраст (A), сумма площадей сечений (G), средний диаметр (D), средняя высота (H), запас (M), класс бонитета (H20) и число деревьев (N)) древостоя или отпада, представленные в таблицах хода роста и производительности древостоев или полученные при глазомерно-измерительной таксации древостоев без сплошного перечета деревьев.

Динамика строения сосновых древостоев по диаметру представлена на рис. 2.

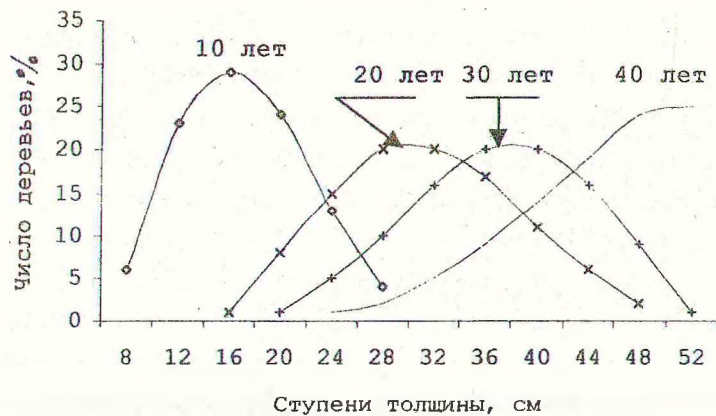


Рис. 2. Динамика строения сосновых древостоев по диаметру

Высокопродуктивные сосновые древостои 27 класса бонитета отличаются энергичным ростом в молодом возрасте. Текущий прирост по запасу в 10 лет достигает  $30 \text{ м}^3/\text{га}$ . Интенсивный отпад и биологическая конкуренция деревьев в древостое обуславливают закономерности распределения деревьев по диаметру. В древостоях молодого возраста 5–10 лет наблюдается положительная асимметрия, в возрасте 20 лет асимметрия близка к нулю, а к возрасту 40 лет резко изменяется характер распределения — отмечается отрицательная асимметрия. Преобладают крупномерные деревья [3].

Внедрение компьютерных технологий в лесное хозяйство дало возможность разрабатывать системы, отражающие динамику таксационных показателей в виде имитационных моделей, позволяющих оперативно проводить эксперимент на ЭВМ с моделями для создания разных по виду и назначению лесотаксационных и лесоустроительных нормативов.

Модели (таблицы) роста и производительности древостоев создаются путем имитационного моделирования на ПЭВМ. Имитационная система построена на основе электронной таблицы Excel-97, входящей в состав Microsoft Office-97 и позволяющая имитировать динамику таксационных показателей сосновых древостоев по классам бонитета.

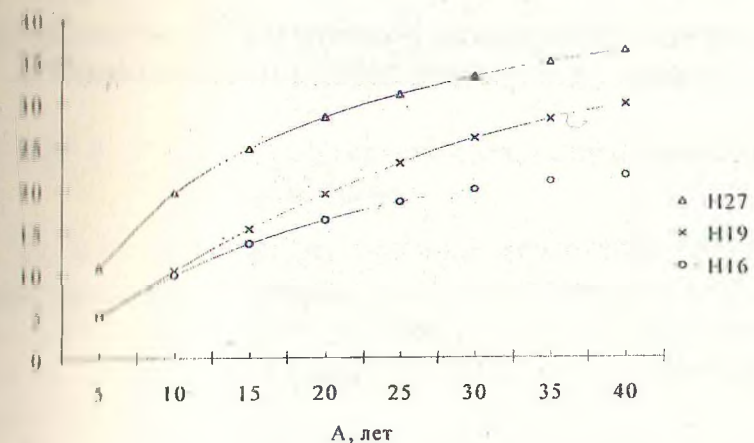


Рис. 3. Ход роста сосновых древостоев по высоте

Исследования производились в сосновых древостоях, не затронутых рубками леса, являющихся эталонными насаждениями лесного генетического фонда, т.е. уровень сумм площадей сечений древостоев соответствует полным насаждениям с относительной полнотой 1.0. С другой стороны, насаждения сосны яйцеплодной имеют закономерности роста, отличные от роста сосны обыкновенной в условиях Беларуси. Насаждения сосны яйцеплодной, особенно в классе бонитета 27, отличаются энергичным ростом в высоту и приростом по запасу, значительно меньшим числом деревьев на 1 га и большими средними диаметрами древостоев. Это обуславливает другие соотношения высот, сумм площадей сечений и запасов древостоев. Ход роста древостоев яйцеплодной сосны по высоте (рис. 3) показывает значительное превышение высот древостоев в классе бонитета 27.

В возрасте 5–10 лет древостои 16 и 19 классов бонитета имеют равные высоты, а затем в 19 классе бонитета высоты древостоев превосходят.



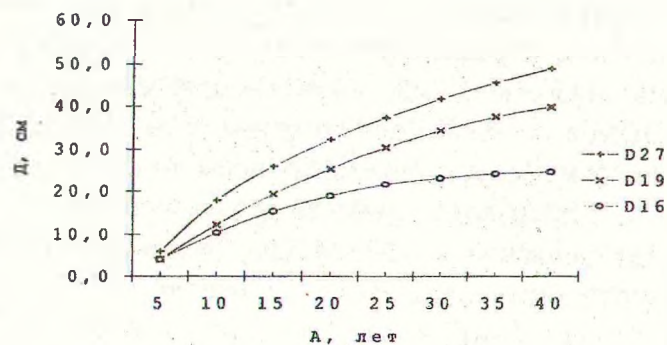


Рис. 4. Ход роста сосновых древостоев по диаметру

Ход роста сосновых древостоев по диаметру (рис. 4) показывает значительно меньшие средние диаметры древостоев в 16 классе бонитета.

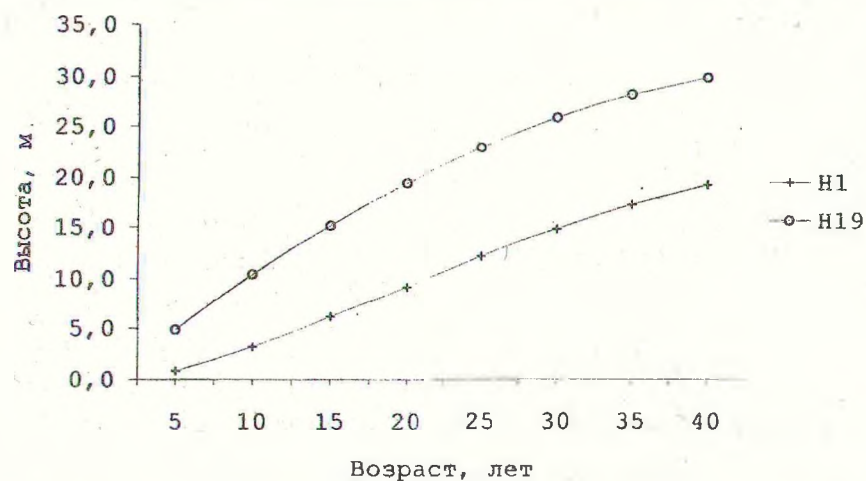


Рис. 5. Ход роста по высоте сосны яйцеплодной (Н19) и сосны обыкновенной (Н1)

Сравнение данных таблицы роста и производительности сосны яйцеплодной 19 класса бонитета, произрастающей в условиях Никарагуа, с данными таблиц хода роста сосны обыкновенной I<sup>н</sup> класса бонитета в условиях Беларуси [4] показывает значительное превышение роста сосновых древостоев Никарагуа (рис. 5). Та же закономерность наблюдается в ходе роста древостоев по диаметру и запасу.

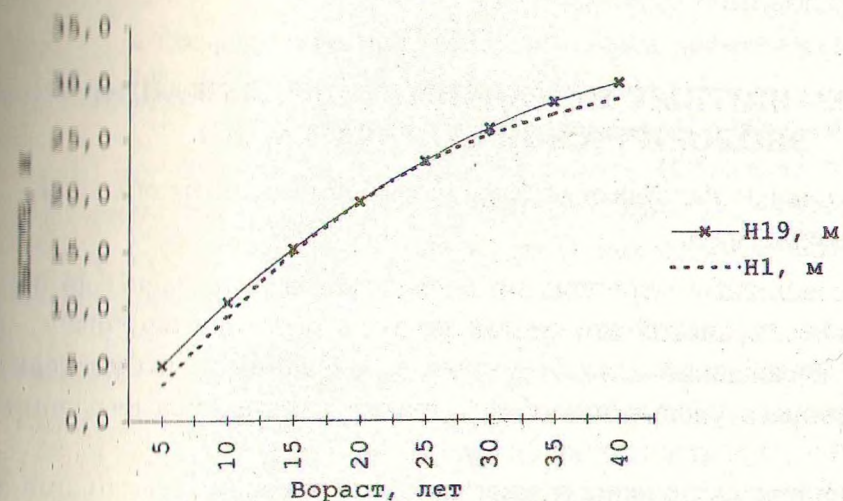


Рис. 6. Ход роста по высоте сосны яйцеплодной (Н19) и сосны обыкновенной (Н1)

Если сопоставлять таксационные показатели яйцеплодной сосны по десятилетиям с таксационными показателями сосны обыкновенной Беларуси по десятилетиям (Н5-Н10; Н10-Н20 и т.д.), т.е. с лагом по возрасту, то ход роста по высоте почти совпадает, максимальное расхождение составляет 1,7 м в 5 лет (рис. 6).

Результаты исследования показали: 1) общая производительность сосновых древостоев в классе бонитета 27 составляет в 40 лет 830 м<sup>3</sup>/га, в 16 классе бонитета – 410 м<sup>3</sup>/га; 2) максимальный текущий прирост по запасу древостоев в 10 лет соответственно равен 30 м<sup>3</sup> и 17 м<sup>3</sup>/га; 3) количественная спелость древостоев сосны яйцеплодной наступает в 25–30 лет, а возраст главной рубки – 30 лет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко О.А., Морено К.Ф. Моделирование строения по диаметру сосновых насаждений в Никарагуа. Белорус. гос. технолог. универ. - Мн., 1998. - 9 с. Деп. в ин-те БелИСА 29.01.98. - №. - С. 85.
2. Атрощенко О.А. Система моделирования и прогнозирования роста древостоев ( на примере БССР): дис. На соискание ученой степени доктора с-х наук. 06.03.02. Киев, 1985.
3. Морено К.Ф. Моделирование роста и производительности сосновых древостоев. Лесная наука на рубеже XXI века: Сборник научных трудов Института леса Национальной АН Беларуси. Вып. 46. Гомель, 1997.- С. 306-309.
4. Справочник таксатора. Мн.: Ураджай, 1980.