

Использование типовых шкал роста для определения возрастов некоторых спелостей лиственничных насаждений

*Дальневосточный научно-исследовательский институт
лесного хозяйства*

В отечественной литературе определению спелостей леса, особенно связанных с расчетом возрастов главной рубки, посвящены многочисленные работы. В результате исследований установлено, что наступление технической спелости зависит от многих факторов, среди которых происхождение, производительность, полнота, средний диаметр и некоторые другие. Между тем известно, что характер изменения кривой прироста, определяющий время наступления этой спелости, зависит от темпа или типа роста древостоя [2, 3].

Настоящая статья показывает возможности использования типовых моделей роста для установления возрастов количественной и технической спелостей на примере лиственничных насаждений. Для этой цели использованы построенные ранее типовые линии роста лиственничников [1, 7], проверенные на таблицах хода роста разных авторов более 100 наименований по апробированным методическим разработкам [4].

Аналитическое описание типовых линий роста осуществлено с помощью полиномов 4 степени. Графическая, а затем аналитическая интерпретация параметров уравнений показала, что эмпирические коэффициенты (a_1, a_2, a_3, a_4) в зависимости от типов роста можно с высокой степенью точности ($\eta=0,999$) аппроксимировать параболлами 3 порядка. Конкретный вид обобщенных математических моделей по основным таксационным показателям следующий:

а) по высоте:

$$I_H = [(-1,07 + 15,60 \cdot 10^{-1} T_H + 12,49 \cdot 10^{-3} T_H^2 - 8,68 \cdot 10^{-4} T_H^3) A + (-1,55 - 4,29 \cdot 10^{-1} T_H - 27,76 \cdot 10^{-3} T_H^2 + 21,07 \cdot 10^{-4} T_H^3) A^2 + (6,43 - 12,01 \cdot 10^{-1} T_H - 20,58 \cdot 10^{-3} T_H^2 + 15,08 \cdot 10^{-4} T_H^3) A^3 + (-3,85 + 8,33 \cdot 10^{-1} T_H + 31,16 \cdot 10^{-3} T_H^2 - 23,72 \cdot 10^{-4} T_H^3) A^4] \cdot 100 + 1000, \quad (1)$$

где I_H — индексы высот в возрасте 10, 20 и т. д. лет;

T_H — порядковые номера типов роста по высоте (1, 2, ..., 7);

A — возраст, лет $\left(\frac{A}{100}\right)$;

б) по диаметру:

$$I_D = [(1,87 + 5,96 \cdot 10^{-1} T_D + 3,12 \cdot 10^{-2} T_D^2 - 9,96 \cdot 10^{-4} T_D^3) A + (-3,99 + 8,78 \cdot 10^{-2} T_D - 11,31 \cdot 10^{-3} T_D^2 + 10,73 \cdot 10^{-4} T_D^3) A^2 + (4,40 - 4,32 \cdot 10^{-1} T_D - 4,55 \cdot 10^{-2} T_D^2 + 18,98 \cdot 10^{-4} T_D^3) A^3 + (-1,56 + 2,17 \cdot 10^{-2} T_D + 3,17 \cdot 10^{-2} T_D^2 - 18,67 \cdot 10^{-4} T_D^3) A^4] \cdot 100 + 1000, \quad (2)$$

I_D — индексы диаметров в возрасте, лет;

T_D — номера типов роста по диаметру (1, 2, ..., 12);

в) по сумме площадей сечений:

$$I_{\Sigma G} = [(-3,42 + 24,31 \cdot 10^{-1} T_{\Sigma G} - 6,60 \cdot 10^{-3} T_{\Sigma G}^2 + 10,89 \cdot 10^{-4} T_{\Sigma G}^3) A + (-4,74 + 3,11 \cdot 10^{-1} T_{\Sigma G} + 48,96 \cdot 10^{-3} T_{\Sigma G}^2 - 42,81 \cdot 10^{-4} T_{\Sigma G}^3) A^2 + (4,90 - 13,50 \cdot 10^{-1} T_{\Sigma G} + 44,63 \cdot 10^{-3} T_{\Sigma G}^2 - 58,39 \cdot 10^{-4} T_{\Sigma G}^3) A^3 + (-1,14 + 6,91 \cdot 10^{-1} T_{\Sigma G} - 13,88 \cdot 10^{-2} T_{\Sigma G}^2 + 12,91 \cdot 10^{-3} T_{\Sigma G}^3) A^4] \cdot 100 + 1000, \quad (3)$$

где $I_{\Sigma G}$ — индексы сумм площадей сечений в возрасте, лет;

$T_{\Sigma D}$ — порядковый номер типа роста по сумме площадей сечений (1, 2, ..., 7);

г) по запасу:

$$I_M = [(0,77 + 18,76 \cdot 10^{-1} T_M + 1,17 \cdot 10^{-2} T_M^2 - 5,8 \cdot 10^{-4} T_M^3) A + (-6,38 + 6,04 \cdot 10^{-1} T_M - 3,17 \cdot 10^{-2} T_M^2 + 28,73 \cdot 10^{-4} T_M^3) A^2 + (2,51 - 5,54 \cdot 10^{-1} T_M - 10,34 \cdot 10^{-2} T_M^2 + 43,04 \cdot 10^{-4} T_M^3) A^3 + (0,57 - 0,40 \cdot 10^{-1} T_M + 9,17 \cdot 10^{-2} T_M^2 - 53,04 \cdot 10^{-4} T_M^3) A^4] \cdot 100 + 1000, \quad (4)$$

где I_M — индексы роста по наличному запасу;

T_M — номера типов роста по наличному запасу (1, 2, ..., 9).

Для обеспечения базиса во всех моделях, равного 1000, осуществили перенос координат по оси x на 100, по оси y на

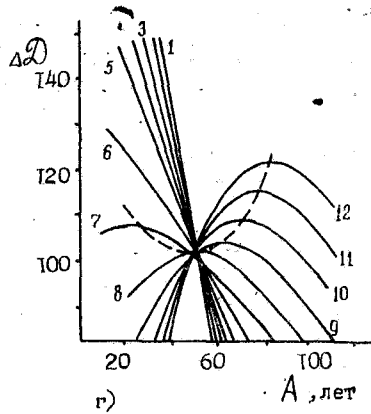
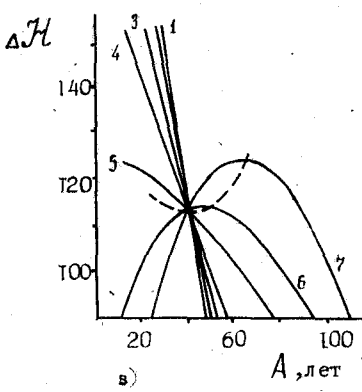
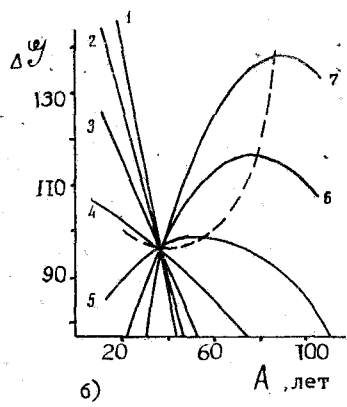
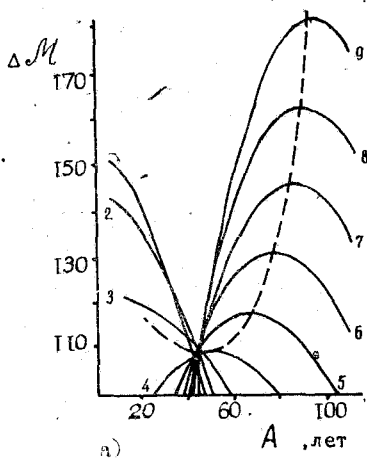
1000. Ошибки уравнений меньше 1%. Интервал применения типовых моделей 10—220 лет.

Анализ семейства типовых линий роста с помощью первых производных (см. рисунок) показал, что типы замедленного роста в начальных возрастах, а им в большинстве случаев свойственны худшие условия местопроизрастания, значительно позже достигают своей кульминационной точки. Например, кульминация 6 типа роста по сумме площадей сечений наступает в 81 год, а 7. — в 90 лет. Для всех типов роста наблюдается определенная закономерность: точки кульминации первых производных изменяются по параболической кривой, которая проходит через точку пересечения кривых всех типов. У каждого таксационного показателя она наступает в определенное время: по сумме площадей сечений в 34 года; по высоте — 42; диаметру — 47; запасу — 50 лет. Значения этих точек по оси ординат или их скорость изменения соответственно равны: 98, 112, 104, 103. Частное от деления значений y на x , или относительная скорость изменения таксационного показателя, составила по сумме площадей сечений 2,88; высоте — 2,67; запасу — 2,25; диаметру — 2,20.

Аналогичная последовательность изменения относительной скорости роста таксационных показателей отмечена по сосне и осине 4,8. Однако по абсолютной величине у лиственничников она значительно меньше, чем у сосняков. Кроме того, семейству кривых всех таксационных показателей характерна более поздняя кульминация первых производных, что свидетельствует об отличительных особенностях роста этой породы.

Отсюда вытекают и иные сроки наступления количественной и, возможно, технической спелости. Количественная спелость определяется по максимальному значению среднего изменения общего запаса, а техническая — по максимуму среднего изменения запаса группы ведущих сортиментов или категории древесины (чаще крупных и средних размеров).

Для установления количественной оценки влияния характера роста насаждений на количественную спелость провели множественный регрессионный анализ. Из числа анализируемых факторов (T_H , T_D , $T_{\Sigma G}$, T_M , класс бонитета Б) наиболее значимыми по критерию t -распределения Стьюдента оказались тип роста по запасу ($t=9,1$) и класс бонитета ($t=5,3$), характеризуемый средней высотой в возрасте 100 лет. Зави-



Изменение индексов первых производных по типам роста: а) наличный запас; б) сумма площадей сечений; в) высота; г) диаметр; 1, 2, 3, 4 и т. д. — типы роста

симость в лучшей степени передается уравнением множественной регрессии:

$$y = 0,6790 + 0,1172T_M - 0,0186B, \quad (5)$$

где y — возраст количественной спелости, уменьшенный в 100 раз, лет.

Множественный коэффициент корреляции $R_{MH}=0,79$.
Ошибка уравнения 0,09.

Проверка уравнения показала, что математическая модель количественной спелости адекватна с 95% доверительной вероятностью. Увеличение порядкового номера типа роста по запасу от 1 до 9 и ухудшение условий местопроизрастания будут вести к увеличению возраста количественной спелости. Диапазон изменчивости возраста количественной спелости колеблется в пределах 30—170 лет. Полученные результаты не противоречат исследованиям других авторов [9].

Для расчета технической спелости с целью получения сопоставимых результатов наряду с таблицами хода роста, отнесенных к категории нормальных или близких к этому состоянию, привлекались товарные таблицы [6]. Расчет возрастов технической спелости осуществлялся с учетом среднего диаметра и наличного запаса насаждений из таблиц хода роста. Установленные таким образом по каждой таблице хода роста возрасты технической спелости анализировали на зависимость от T_H , T_D , $T_{\Sigma G}$, T_M , B . Оценка параметров уравнения множественной регрессии по критерию —Стьюдента показала, что значимыми на 5% вероятностном уровне являются тип роста по запасу ($t=8,1$), по диаметру ($t=5,2$) и класс бонитета ($t=7,9$). Конкретный вид уравнения следующий:

$$y = 1,194 + 0,0996T_M + 0,0300T_D - 0,0296B, \quad (6)$$

где y —возраст технической спелости, уменьшенный в 100 раз, лет.

Множественный коэффициент корреляции $R_{MH}=0,87$. Ошибка уравнения 0,05.

Проверенная на том же материале модель возраста технической спелости тождественна с 95% доверительной вероятностью. Средний возраст технической спелости на суммарную крупную и среднюю древесину колеблется от 60 до 180 лет. В качестве примера приводятся данные расчета возраста технической спелости (см. таблицу), учитывающие влияние двух факторов — высоту и тип роста по запасу при постоянном типе роста по диаметру (6 тип).

Как видно из таблицы, ухудшение условий местопроизрастания, выражающееся через классы высоты в 100-летнем возрасте, и увеличение порядковых номеров типов роста по запасу оказывают заметное влияние на возраст наступления

Таблица

Возрасты технической спелости лиственничников по классам
производительности и типам роста запаса

Классы спелости, м	Возраст, лет по типам роста запаса								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	67	77	87	97	107	117	127	137	147
25	73	83	93	103	113	123	133	143	153
23	79	89	99	109	119	129	139	149	159
21	85	95	105	115	125	135	145	155	165
19	91	101	111	121	131	141	151	161	171
17	97	107	117	127	137	147	157	167	177
15	103	113	123	133	143	153	163	173	183

технической спелости. Полученные данные для средних типов роста по диаметру и наличному запасу согласуются с ранее использовавшимися для установления возрастов главной рубки [5] в условиях Хабаровского края.

Таким образом, установлена и количественно выражена зависимость возрастов количественной и технической спелости не только от класса бонитета, но и типов роста насаждений некоторых таксационных показателей. Учет темпов роста значительно повышает точность расчетов, что особенно необходимо в условиях более дифференцированной организации лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выводцев Н. В. Типовые линии роста лиственничников по сумме площадей сечений. Роль науки в создании лесов будущего. Тез. докл. Всесоюзной конф., Пушкино, 1981. — с. 132—133.
2. Головащенко В. П., Давидов М. В. К вопросу экономической эффективности рубок главного пользования в условиях интенсивного лесного хозяйства. — Лесной журнал, 1981, № 1. — с. 120—123.
3. Давидов М. В. К вопросу о дифференцированном бонитировании при участковом методе лесоустройства. — В кн.: Современные вопросы лесоустройства. Каунас, 1965. — с. 75—80.
4. Загреев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. М.: Лесная пром-сть, 1978. — 240 с.
5. Измоленов А. Г., Корякин В. Н. Техническая спелость лиственничников Хабаровского края. — В кн.: Сборник трудов. Вып. 12. Хабаровск, 1974. — с. 31—36.
6. Корякин В. Н., Кузенко Ю. Л. Объемные, сортиментно-сортные и широкие таблицы кедра корейского и лиственницы даурской. (Нормативные материалы). Долинск, 1972. — 20 с.
7. Корякин В. Н., Выводцев Н. В., Выводцева З. А. Использование диаметров ствола для построения типовой и стандартизированной шкал роста лиственница.