

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*566:630\*174.753

Н. В. ВЫВОДЦЕВ, З. А. ВЫВОДЦЕВА

Полнодревесность лиственничных насаждений  
и факторы, на нее влияющие

ДальНИИЛХ

Исходным экспериментальным материалом послужили данные 63 таблиц хода роста нормальных или близких к этому состоянию лиственничных насаждений из различных районов страны, 73 пробных площади с рубкой на них 1194 модельных дерева.

В пределах одного естественного ряда видовые числа детерминированы возрастом и находятся от него в обратной зависимости. Приведенные методом индексов к сопоставимому виду видовые числа по характеру изменения с возрастом можно сгруппировать в девять типовых линий, а с учетом их абсолютных значений — в тридцать семь стандартизованных рядов [1].

В аналитической форме динамика видовых чисел лиственничников передается уравнением

$$f_i = f_{100} / 0,814 - 0,1026T_{\kappa} + 0,0091T_{\kappa}^2 - 0,000454T_{\kappa}^3 + 0,478q + \\ + 0,15603T_{\kappa}q - 0,023087T_{\kappa}^2q + 0,0011856T_{\kappa}^3q - 0,35996q^2 - \\ - 0,08062T_{\kappa}q^2 + 0,022736T_{\kappa}^2q^2 - 0,0012402T_{\kappa}^3q^2 + 0,07953q^3 + \\ + 0,021486T_{\kappa}q^3 - 0,007902T_{\kappa}^2q^3 + 0,0004689T_{\kappa}^3q^3, \quad (1)$$

где  $f_i$  — видовое число в  $i$  возрасте ( $i=20, 30, \dots, 220$  лет);

$f_{100}$  — видовое число в 100-летнем возрасте;

$T_n$  — номера типов роста по видовому числу  
( $k=1, 2, \dots, 9$ );

$q$  — возрастной показатель, равный  $A/100$   
( $A$  — возраст, лет).

Ограничения:  $394 \leq f_{100} \leq 570$ ;  $1 \leq T_k \leq 9$ ;  $0,2 \leq q \leq 2,20$ .

Наибольшая величина отклонения расчетных данных от стандартизованных рядов наблюдается в 20-летнем возрасте девятого типа роста ( $\pm 4,1$ ). В остальных типах и классах возраста величина погрешности  $< 1\%$ .

Разработанная модель проверена на исходном материале. Величина отклонения рассчитывалась для каждого возраста и принималась как самостоятельное наблюдение. Средняя величина ошибки составила —  $0,5\%$ . Большая часть ( $32,3\%$ ) наблюдений группируется около нулевой средней, а на интервал отклонений от  $-3\%$  до  $+3\%$  приходится  $87\%$  от общего числа вариантов. Особенностью разработанной модели является то, что ее можно использовать как для расчета динамики видовых чисел, так и для определения классов роста видового числа. Уравнение построено с учетом высокой корреляционной связи ( $r \geq 0,999$ ), существующей между видовыми числами различных возрастов и тесной ( $\eta \geq 0,996$ ) зависимости параметров линейного уравнения от возраста, описывающего эту связь. Для перехода от абсолютных значений видовых чисел к классам роста составлено соотношение

$$K_f = (583 - f_{100}) / 12, \quad (2)$$

где  $K_f$  — класс роста видового числа.

Таким образом, все многообразие характеров роста видовых чисел в абсолютных величинах с высокой точностью аппроксимируется уравнением (1). Через типы и классы роста видовых чисел косвенно передается влияние географических, климатических, эдафических, наследственных и антропогенных факторов на формирование полндревесности насаждений.

Четкой зависимости между географическими районами, типами и классами роста не установлено. К одному типу и классу роста относятся насаждения самых удаленных друг от друга районов и, наоборот, в одном районе можно встретить древостой самых разных типов и классов роста видового числа (табл. 1). Например, лиственничники Архангельской области близки лиственничникам Бурятии. В пределах же Хабаровского края встречаются древостой 1—9 типов и I—II классов роста. Налицо сложнейший механизм форми-

рования полнодревесности насаждений даже в границах одного региона.

Значительно уменьшается изменчивость видовых чисел при совместном анализе их с высотами насаждений. Имея одинаковый тип и класс роста, древостой разных географических районов будут иметь и близкие значения видовых высот (рис. 1). Причина такого совпадения заключается в том,

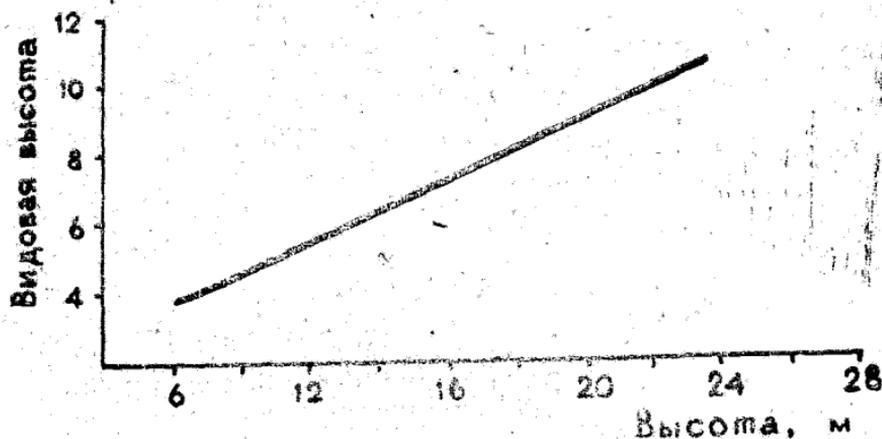


Рис. 1. Зависимость видовых высот древостоев IV класса бонитета, I типа и 9 класса роста от высоты

что сравниваемые древостои относятся к одному классу бонитета. Аналогичная закономерность повторяется и на других таблицах хода роста, имеющих один и тот же бонитет. Повышая на 1—2 единицы класс роста видового числа при постоянном типе роста и классе бонитета, видовые высоты соответственно возрастают на величину классового интервала. Если сравнивать таблицы хода роста древостоев, различающихся только классами бонитета, а тип и класс роста оставить постоянными, проявляется другая закономерность: с понижением класса бонитета видовые высоты уменьшаются (рис. 2), при этом различия настолько четкие, что нет основания объединять их в одну линию.

Эта же закономерность подтверждена на первичном экспериментальном материале. Однофакторный дисперсионный анализ видовых высот, вычисленных по данным 73 пробных площадей, показал (табл. 2), что насаждения при переходе из одного класса бонитета в другой не сохраняют своего по-

Распределение таблиц хода роста лиственничных

Классы роста	Типы		
	1	2	3
1	—	—	—
2	—	—	—
3	—	—	—
4	—	—	38 — Арханг. обл.
5	—	16 — Хабар. кр.	—
6	—	37 — Арханг. обл.	—
7	35 — Арханг. обл.	—	97 — Иркут. обл.
8	92, 93 — Бурят. АССР; 34 — Арханг. обл.	49, 68 — Хабар. кр.; 63 — Амур. обл.; 95 — Краснояр. край	80 — Зап. Саяны
9	14, 15 — Горн. Алтай; 33 — Арханг. обл.; 49 — Хабар. кр.; 94 — Краснояр. кр.	90 — оз. Байкал	83 — Зап. Саяны; 96 — Иркут. обл.
10	13 — Горн. Алтай; 45, 46 — Вост. Саяны	47 — Хабар. кр.; 51 — Чит. обл.; 71 — Енис. кряж; 82 — Зап. Саяны; 89 — оз. Байкал	—
11	12 — Горн. Алтай; 42 — Юж. Алтай	50 — Чит. обл.	43 — Юж. Алтай; 88 — Краснояр. край
12	11 — Горн. Алтай; 70 — Енис. кряж	86 — Краснояр. край; 91 — Иркут. обл.	87 — Краснояр. край
13	36 — Енис. кряж; 44 — Юж. Алтай; 77 — Енис. кряж	—	—
14	—	—	—
15	—	—	—

## насаждений по типам и классам роста видового числа

роста					
4	5	6	7	8	9
—	—	—	—	—	69 — Хабар. кр.
—	26 — Вост.- Казах. обл.	—	—	—	—
—	—	25 — Вост.- Казах. обл.	—	—	75 — Енис. кряж
—	23 — Вост.- Казах. обл.	24 — Вост.- Казах. обл.	8 — Камчатка	—	—
—	—	74 — Енис. кряж; 85 — Зап. Саяны	—	—	—
52 — Чит. обл.;	73 — Енис. кряж	—	67 — Хабар. кр.	—	—
81 — Зап. Саяны	—	—	—	—	—
72 — Енис. кряж;	32 — Центр. Сиб.	66 — Хабар. кр.	—	—	—
84 — Зап. Саяны	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
31 — Центр. Сиб.	—	—	—	—	—
64 — Хабар. кр.	—	65 — Хабар. кр.	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	76 — Енис. кряж	—	—	—

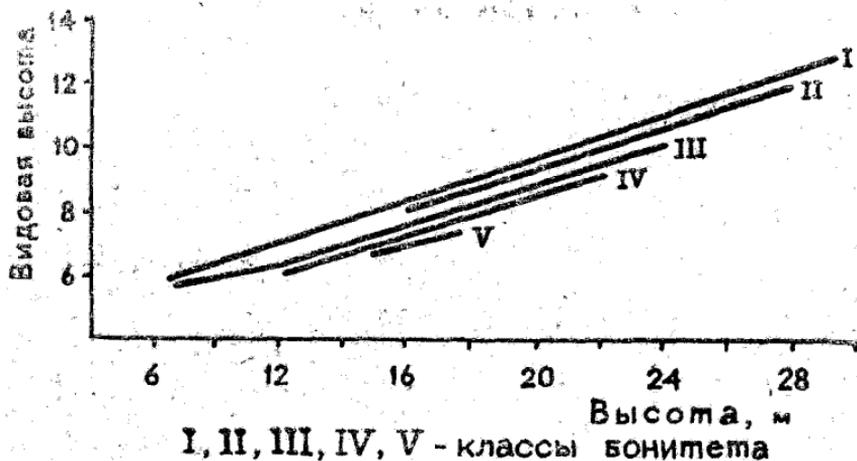


Рис. 2. Зависимость видовых высот древостоев 2 типа и 10 класса роста от высоты

добия формы: «вид» претерпевает существенные изменения ( $F_{выч} = 6,8 > F_{табл} = 2,2$ ).

Таблица 2

Итоги однофакторного дисперсионного анализа

Тип-распределения	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Оценка дисперсии
Межгрупповая	113,1	6	19,0
Внутригрупповая	188,5	67	2,8
Общая	301,5	73	4,1

Изменчивость видовых высот зависит от типов роста видового числа. При прочих равных условиях видовые высоты больше в тех насаждениях, у которых более высокие темпы снижения видовых чисел с возрастом.

Влияние густоты насаждений на видовое число не постоянно. Результаты множественного регрессионного анализа в трех точках возрастного ряда (50, 100, 150 лет) показали, что в 50-летнем возрасте достоверная связь видовой высоты наблюдается лишь с высотой

$$hf_{50} = 1,50 + 0,422h_{50}, \quad (3)$$

где  $hf_{50}$ ,  $h_{50}$  — видовая высота и высота в 50 лет, м.

Коэффициент детерминации 0,67.

Незначительное влияние густоты на видовую высоту в этот период обусловлено дифференциацией стволов по высоте, диаметру, значительным их отпадом.

В 100-летнем возрасте между высотой, густотой и видовой высотой установлена тесная множественная корреляционная зависимость

$$hf_{100} = 0,90 + 0,462h_{100} + 0,001254N_{100}, \quad (4)$$

где  $hf_{100}$ ,  $h_{100}$  — видовая высота и высота в 100 лет, м;

$N_{100}$  — число стволов в 100 лет, шт.

Коэффициент детерминации 0,94.

Погрешность уравнения 5,4%.

Ограничения:  $12 \leq h_{100} \leq 33$ ;  $410 \leq N_{100} \leq 1660$ .

Зависимость видовой высоты от густоты насаждений в 100-летнем возрасте можно объяснить стабилизацией изреживания древостоев к этому периоду и началом формирования в насаждениях устойчивых «видов». Этот процесс при сложившейся дифференциации насаждений по диаметру, незначительном отпаде, общем замедлении темпов роста в высоту привел к тому, что в возрасте 150 лет видовое число уже в большей степени определяется диаметром, нежели числом стволов

$$hf_{150} = 1,51 + 0,684h_{150} - 0,248d_{150}, \quad (5)$$

где  $hf_{150}$ ,  $h_{150}$  — видовая высота и высота в 150 лет, м;

$d_{150}$  — диаметр в 150 лет, см.

Коэффициент детерминации 0,93. Ошибка уравнения 4,7%.

Ограничения:  $14 \leq h_{150} \leq 34$ ;  $21 \leq d_{150} \leq 40$ .

Уравнение (4) показывает, что при постоянной средней высоте видовое число будет больше в тех насаждениях, которые имеют меньший средний диаметр, т. е. раньше были наиболее густыми.

Итак, для точного прогноза видовых чисел и видовых высот в разных географических районах необходимо знать класс бонитета, тип и класс роста видового числа, связь между которыми колеблется от умеренной до значительной ( $r = 0,40 \div 0,56$ ). Но ее недостаточно для того, чтобы класс бонитета использовать как комплексный, интегрирующий показатель. В данном случае можно говорить лишь о некотором вероятностном приближении к фактическому росту насаждений по видовому числу в тех или иных условиях произрастания.

На этом принципе была построена стандартная таблица видовых высот, дифференцированная по классам бонитета.

В ее основу положены наиболее вероятностные типы и классы роста видовых чисел, рассчитанные по данным 63 таблиц хода роста. В качестве бонитетной основы принята динамика высот лиственничников из общих таблиц хода роста [2].

Зависимость видовых высот от высоты в пределах классов бонитета с высокой степенью точности ( $r \geq 0,998$ ) описывается линейным уравнением, параметры которого приведены в табл. 3.

$$hf = a + bh, \quad (6)$$

где  $a$ ,  $b$  — параметры уравнения.

Таблица 3

Значения параметров уравнения (6)

Параметры уравнения	Значения параметров по классам бонитета						
	I <sup>a</sup>	I	II	III	IV	V	V <sup>a</sup>
a	2,65	2,65	2,67	2,58	2,40	2,12	1,67
b	0,354	0,356	0,352	0,347	0,339	0,335	0,334

Аналогичной функцией с высокими коэффициентами корреляции ( $f \geq 0,89$ ) аппроксимируется зависимость параметров уравнения (6) от классов бонитета. В итоге составлено обобщенное уравнение, на основе которого рассчитаны значения видовых высот для I<sup>a</sup>—V<sup>a</sup> классов бонитета (табл. 4)

$$h_f = 3,01 - 0,1531B + 0,3636h + 0,00445Bh, \quad (7)$$

где B — класс бонитета, начиная с I<sup>a</sup>—I, I—2 и т. д.

Другие учетные факторы (густота насаждений, диаметр) с видовыми числами связаны достоверно лишь в одном из возрастов и могут быть использованы с целью формирования высокопродуктивных насаждений. Для этого необходимо в уравнении (1) заменить видовое число в 100 лет на функцию (3) и при фиксированных значениях независимых переменных рассчитать динамику видовых чисел. Насаждения, имеющие наибольшую полндревесность, по-видимому, будут и наиболее продуктивными.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

формирование лиственничных древостоев по видовому числу — процесс сложный и не зависит от географических районов, а определяется комплексом факторов природного, биологического и антропогенного характеров, интегрирующее влияние которых передается через тип и класс роста;

Таблица видовых высот

Высота, м	Значение видовых высот по классам бонитета						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
10	6,45	6,25	6,05	5,86	5,66	5,46	5,26
11	6,81	6,60	6,40	6,20	6,00	5,80	5,59
12	7,17	6,96	6,75	6,55	6,34	6,13	5,93
13	7,52	7,31	7,10	6,89	6,68	6,47	6,26
14	7,88	7,67	7,45	7,24	7,02	6,81	—
15	8,24	8,02	7,80	7,58	7,36	7,14	—
16	8,60	8,38	8,15	7,93	7,71	7,48	—
17	8,96	8,73	8,50	8,28	8,05	7,82	—
18	9,32	9,09	8,85	8,62	8,39	8,16	—
19	9,68	9,44	9,20	8,97	8,73	—	—
20	10,04	9,80	9,56	9,31	9,07	—	—
21	10,40	10,15	9,91	9,66	0,41	—	—
22	10,76	10,51	10,26	10,00	9,75	—	—
23	11,12	10,86	10,61	10,35	—	—	—
24	11,48	11,22	10,96	10,70	—	—	—
25	11,84	11,57	11,31	11,04	—	—	—
26	12,19	11,92	11,66	11,39	—	—	—
27	12,55	12,28	12,01	11,73	—	—	—
28	12,91	12,64	12,86	—	—	—	—
29	13,27	12,99	12,71	—	—	—	—
30	13,63	13,34	13,06	—	—	—	—
31	13,99	13,70	13,41	—	—	—	—
32	14,35	14,05	13,76	—	—	—	—
33	14,71	14,41	—	—	—	—	—
34	15,07	14,76	—	—	—	—	—
35	15,43	15,12	—	—	—	—	—
36	15,78	15,47	—	—	—	—	—
37	16,14	—	—	—	—	—	—
38	16,50	—	—	—	—	—	—
39	16,86	—	—	—	—	—	—
40	17,22	—	—	—	—	—	—

с определенной точностью приближенное влияние этих факторов на полндревесность насаждений можно передать через класс бонитета;

при формировании полнодревесных насаждений можно использовать корреляционную зависимость видовых высот от густоты насаждений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Корякин В. Н., Выводцев Н. В., Выводцева З. А. Использование типовых линий для построения таблиц хода роста лиственничных насаждений. — Тр./ДальНИИЛХ, 1982, вып. 24, с. 73—83.
2. Выводцев Н. В. Изучение общих закономерностей хода роста лиственничных насаждений. — В кн.: Лиственница и ее использование в народном хозяйстве. Красноярск: СТИ, 1980, с. 10—16.