

ловиях Литовской ССР. Автореф. дис. Каунас, 1971. 8. Цзянь И-Инь. Изучение хода роста модальных сосновых насаждений и установление их возраста спелости. Автореф. дис. М., 1959. 9. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности. Минск, 1965. 10. Юркевич И. Д. Лесотипологические таблицы. Минск, 1969.

## ВЗАИМОУСЛОВЛЕННОСТЬ ТАКСАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ НАСАЖДЕНИЙ

О. А. Труль

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

Формирование насаждений зависит от пространственного размещения деревьев и от первоначальных количественных и качественных характеристик (в виде таксационных признаков), обусловленных средой произрастания и историческим развитием вида. Более глубокое познание этих биологических систем возможно в результате изучения суммы отдельных процессов, протекающих во взаимосвязи и взаимообусловленности. С таксационной точки зрения мы различаем в насаждении четыре основных процесса, протекающие в результате роста и развития во времени: текущий прирост на физиологически здоровых и частично поврежденных стволах; отпад древесины стволов в насаждении; разностороннее влияние человека на рост и развитие насаждения и текущее изменение запаса древесины на корню. Все они тесно связаны между собой.

Обособленное изучение какого-то одного процесса не приводит к правильному установлению отдельных таксационных признаков. Это положение в особенности относится к динамическим рядам изменения того или иного таксационного признака во времени, например, при изучении хода роста насаждений.

Установление общей взаимообусловленности процессов и их таксационных признаков во времени может дать достаточное представление о закономерностях развития насаждений как биологических систем, которые можно описать с достаточной степенью подобия.

Важные для этой цели данные дают исследования таксационной структуры насаждений на базе стационарных пробных плю-

шадей по результатам повторной таксации, когда имеется возможность проследить разные процессы и изменение их таксационных признаков.

Нами изучалась динамика таксационных признаков и их взаимообусловленность на четырех указанных процессах, протекающих в сосновых насаждениях искусственного происхождения на стационаре 10А, заложенном в 1937 г. в Негорельском учебно-опытном лесхозе в возрасте 42 лет. Их характеристика в форме математического описания представляется нами в виде таксационной характеристики: среднеквадратических величин диаметра  $D$  и высоты  $H$ , числа стволов  $N$ , их суммы площадей сечений  $G$ , запасов  $GHF$  и ряда других показателей как для сырораствующего древостоя, так и для отпада, обозначенного теми же символами, но с индексами  $N_0$ ,  $D_0$  и т.д.

В табл. 1 дана таксационная характеристика для растущего древостоя и величины отпада, на основе которых можно математически описывать взаимосвязь и обусловленность таксационных признаков отдельных процессов, в результате которых происходит одновременно изменение запаса насаждения  $\bar{\Delta}$ , которое может вести как к увеличению, так и к уменьшению, и накопление текущего прироста  $\Delta$  во времени. Эти два понятия - изменение запаса и накопление текущего прироста насаждения по запасу - не одинаковы по своему содержанию и математическому описанию. Их следует различать при изучении взаимосвязей тех таксационных признаков, которые непосредственно не измеряются, а вычисляются. Они могут быть познаны более глубоко на основании характеристик, указанных в табл. 1.

Периодическое изменение запаса  $\bar{\Delta} M_n$  насаждения за  $n = 6$  лет может быть выражено формулой

$$\bar{\Delta} M_n = M_a - M_{a-n} = 276 - 243 = 30 \text{ м}^3,$$

где  $M_a$  - запас насаждения в возрасте  $a$ -1973 г.;  $M_{a-n}$  - запас насаждения  $n$  лет назад - 1937 г.

Изменение суммы площадей сечения за этот же период составит

$$\bar{\Delta} G_n = G_a - G_{a-n} = 32,3 - 31,3 = 1,0 \text{ м}^2,$$

а изменение произведения

$$\bar{\Delta} GH_n = GH_a - GH_{a-n} = 614 - 535 = 79 \text{ м}^3.$$

Таблица 1. Таксационная характеристика соснового насаждения (стационар 10А, сосняк мшисто-черничный, I бонитет по Орлову, II бонитет - ВССР)

Показатели	Сырорастиший древостой										Сухостой-отпад					
	A	D	D <sub>ар</sub>	H	N	G	GH	F	GHF	$\pi$	N <sub>o</sub>	G <sub>o</sub>	D <sub>o</sub>	H <sub>o</sub>	M <sub>o</sub>	G <sub>o</sub> H <sub>o</sub>
1967 г.	42	14,2	13,5	17,1	1983	31,3	535	0,46	246	0,96	171	0,77	7,3	11,5	4,4	
1973 г.	48	16,2	15,5	19,0	1558	32,3	614	0,45	276	0,96	425	4,71	12,0	13,7	33,0	64,5
Периодич. изменение	6	-	2,0	1,9	425	1,0	79	0,01	30							
Периодич. прирост		2,0	2,0	1,9	-	5,7	144	-	63							
% периодич. изменения	14,2	-	14,8	11,1	21,4	3,2	14,8	-2,1	12,2		15,0				13,4	12,1
% периодич. тек. прироста		14,1	14,8	11,1	-	18,2	26,9	-	25,6							
абсолютный среднегодов. тек. прирост		0,33	0,33	0,32	-	0,95	-	-	10,5							
относительн. среднегод. тек. прирост		2,3	2,4	1,8	-	3,0	-	-0,3	4,3							

Статистическая характеристика распределения числа стволов по диаметрам

Год учета	D <sub>ар</sub>	$\pm m$	$\sigma$	v	p	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	$\sigma^2$	c	Интервалы
1967	13,5		4,38	32,4	1,5	0,419	1,305	19,0	-1,695	0,5 $\sigma = 2,20$
1973	15,5	0,27	5,30	34,2	1,7	0,585	2,616	28,0	-0,384	0,5 $\sigma = 2,65$

Взаимосвязь естественного отпада, изменения таксационных признаков, текущих приростов на примере запаса насаждения можно выразить в виде формул

$$\bar{\Delta} M_n = M_a - M_{a-n} \quad \text{или} \quad \Delta M_n = \bar{\Delta} M_n + M_{on},$$

$$\Delta M_n = M_a - M_{a-n} + M_{on} \quad \text{или} \quad M_{a-n} = M_a + M_{on} - \Delta M_n.$$

На примере последней формулы видно, что если запас насаждения в возрасте  $a$  и в возрасте  $a-n$  остался неизменным, то текущий прирост по запасу равен величине естественного отпада, что соответствует возрасту, после которого запас насаждения уменьшается. Систематическое уменьшение запаса насаждения по сравнению с предыдущим периодом называется процессом распада насаждения, а сам момент – возрастом естественной спелости.

На нашем стационаре в возрасте 48 лет величина отпада по запасу за 6 лет составляет 50% по отношению к периодическому приросту по запасу за этот же период и 21,4% по числу стволов по отношению к его первоначальному количеству в 1967 г. Эти данные показывают, что периодический текущий прирост ( $63 \text{ м}^3$ ) в два раза больше отпада, что в данном возрасте идет значительное изменение запаса в виде его увеличения. Эти величины существенно влияют на ход роста насаждения, и их определение представляет значительный интерес.

Периодический текущий прирост можно выразить через таксационные признаки древостоя и отпада в виде суммы в соответствии с формулами:  $\Delta M_n = \bar{\Delta} M_n + M_{on} = 30 + 33 = 63 \text{ м}^3$ , где  $\Delta M_n$  – периодический текущий прирост по запасу;  $M_{on}$  – запас отпада за  $n$  лет. Периодический текущий прирост других показателей можно записать:

$$\Delta G_n = \bar{\Delta} G_n + G_{on} = 1,0 + 4,71 = 5,71 \text{ м}^2;$$

$$\Delta G H_n = \bar{\Delta} G H_n + G_{on} H_{on} = 79 + 64,5 = 143,5 \approx 144 \text{ м}^3.$$

Отвлекаясь от конкретных наименований в изучаемых процессах, мы видим, что все они подчиняются одному общему свойству, выражаемому формулой  $x = y \pm z$ , где  $y$  и  $z$  – слагаемые величины.

Рассматривая относительные величины периодического изменения признака и величины периодического текущего прироста

та, устанавливаем общие свойства, связанные с процентным учетом отпада того или иного признака по отношению к первоначальному его значению (в 1967 г.), принимаемому за 100%.

Так, процент периодического изменения произведения  $\bar{GH}$  за  $n$ -летний период выражается формулой

$$P_{\bar{GH}_n} = \frac{\Delta GH_n}{GH_{a-n}} 100 = \frac{79 \cdot 100}{535} = 14,8\%$$

в то время, как процент периодического текущего прироста по  $\bar{GH}$  определяется по формуле

$$P_{\Delta GH_n} = P_{\bar{GH}_n} + \frac{G_o H_o}{GH_{a-n}} 100 = P_{\bar{GH}_n} + P_{G_o H_{on}} = 14,8 + 12,1 = 26,9\%$$

или по формуле

$$P_{\Delta GH_n} = \frac{\Delta GH_n}{GH_{a-n}} 100 = \frac{144 \cdot 100}{535} = 26,9\%$$

т.е. получается числовой контроль правильности расчетов и теоретических положений.

Такие расчеты и правильное понимание величины текущего прироста возможны только при учете таксационных показателей в отдельности для сырорастущих древостоев и сухостоя (отпада). Такие данные лучше всего получить при стационарных исследованиях, но с определенным приближением они могут быть получены и на временных пробных площадях, если удастся установить величину отпада по пням или натурным измерениям. Для этой цели исследования лучше проводить по пятилетним периодам, который рекомендуется брать за основу при изучении текущего прироста. Это дает возможность установить наличие или отсутствие величины отпада и ее характеристику.

Дальнейшее рассмотрение методики определения изменения запаса и сумм площадей сечений (табл. 1) показывает, что они могут быть определены по формулам:

$$a) \text{ по запасу } P_{\bar{M}_n} = \frac{\bar{\Delta M}_n}{M_{a-n}} 100 = \frac{30 \cdot 100}{246} = 12,2\%;$$

$$P_{\Delta M_n} = \frac{\Delta M_n}{M_{a-n}} 100 = \frac{(30+33)100}{246} = 25,60\%$$

или

$$P_{\Delta M_n} = P_{\Delta M_n} + \frac{M_{on}}{M_{a-n}} 100 = P_{\Delta M_n} + P_{M_{on}} =$$
$$= 12,2 + \frac{33 \cdot 100}{246} + 12,2 + 13,4 = 25,6\%$$

(контроль с предыдущей формулой).

Уместно отметить, что запас  $M_a$  или  $G_a$  за 100% брать нельзя;

б) по сумме площадей сечений  $P_{\Delta G_n} = \frac{1,0 \cdot 100}{31,3} = 3,2\%$ ;

$$P_{\Delta G_n} = \frac{5,7 \cdot 100}{31,3} = 18,2 \quad \text{или}$$

$$P_{\Delta G_n} = P_{\Delta G_n} + P_{G_{on}} = 3,2 + \frac{4,71 \cdot 100}{31,3} =$$
$$= 3,2 + 15,0 = 18,2\%.$$

Общим свойством рассмотренных взаимосвязей, выражаемых в относительных единицах, является то, что процент периодического изменения признака  $P_{\Delta}$  по отношению к первоначальной величине в периоде и процент отпада признака, рассчитанный по отношению к первоначальной величине этого же признака в начале периода, в сумме дает процент периодического текущего прироста рассматриваемого признака. Большой интерес представляет анализ общеизвестной формулы в лесной таксации по определению процента текущего прироста насаждения по запасу  $P_M = P_G + P_H + P_F$ .

Обращаясь к таксационным характеристикам (табл. 1), составленным на базе разграничения понятий о периодическом изменении и периодическом текущем приросте, мы видим, что  $P_{\Delta G_n} = 18,2\%$ ,  $P_{\Delta H_n} = 11,1\%$ , а  $P_{\Delta F_n} = -2,1\%$ . В сумме все величины составляют 27,2%, в то время как действительная величина  $P = 25,6\%$ , т.е. превышает на 1,6%. Процент среднегодового (среднепериодического) текущего прироста по запасу вычисленного на базе средней величины показывает, что  $P_G = 3,0\%$ ,  $P_H = 1,8\%$ ,  $P_F = -0,3\%$ . В сумме все показатели дают

$P_M = 4,5\%$ , в то время как табличная величина равна  $4,3\%$ , т.е. с разницей на  $0,2\%$ .

Можно сделать вывод, что эта формула в своей методической основе приемлема для строгих расчетов текущего прироста по запасу. Некоторое превышение результатов может быть объяснено изменчивостью отдельных показателей и методических приемов вычисления. Формула пригодна и для учета периодического изменения запаса в отдельном насаждении:  $P_{\Delta G_n} = 3,2\%$ ,  $P_{\Delta H_n} = 11,1\%$ ,  $P_{\Delta F_n} = -2,1\%$ . В сумме эти показатели равны  $12,2\%$ , т.е. аналогичны табличному значению процента периодического изменения ( $12,2\%$ ).

Эта формула пригодна для расчетов изменения запасов в насаждении. Формула  $P_M = 2P_D + P_H + P_F$  вытекает из того, что  $2P_D = P_G$  (если отсутствует прирост по высоте и изменение по среднему видовому числу насаждений), однако она не учитывает процесса отпада, протекающего в насаждении. Результаты табличной модели (табл. 1) показывают, что  $2P_D = 28,2\%$  (среднеквадратический) и  $29,6\%$  (среднеарифметический диаметр насаждения),  $P_H = 11,1\%$ , а  $P_F = -2,1\%$ . В сумме процент периодического текущего прироста по запасу составит  $37,2\%$ , в то время как действительная его табличная величина равна  $25,6\%$ . Из-за больших различий эта формула не может быть рекомендована для расчетов.

В заключение необходимо отметить, что процессы, протекающие при росте и развитии насаждения, могут быть математически и статистически (табл. 1) описаны при помощи таксационных характеристик.

## К ОБОСНОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКОЙ СПЕЛОСТИ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В.С. Мирошников

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Одной из задач лесной науки и производства является обоснование оптимальных возрастов рубок леса, обеспечивающих сокращение оборота лесного хозяйства, т.е. периода лесохозяйственного производства.