

III. ТАКСАЦИЯ И ЛЕСОУСТРОЙСТВО

УДК 634* 0.6

В.Е.Ермаков, В.Д.Севастьянов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХОДА РОСТА ЧИСТОГО СОСНОВОГО ДРЕВОСТОЯ

В настоящее время многие ведущие ученые в области лесной таксации и лесоустройства, в том числе Н.П. Анучин (1977), В.В.Антанайтис (1977), считают необходимым построение математических моделей, имитирующих рост и развитие насаждений. Располагая широким набором моделей конкретных элементов леса и используя различные методы агрегирования, можно строить модели конкретных фитоценозов в различных условиях местопроизрастания. Помимо чисто научного интереса, эти модели имеют и большое прикладное значение, поскольку именно на уровне элемента леса возможно управлять процессами, обуславливающими продуктивность лесных насаждений.

Изучение элементов леса носит количественный характер и потому связано с использованием математики. Элемент леса-вероятностная система, характеризующаяся сложным поведением в процессе жизнедеятельности. Для того чтобы построить модель реального элемента леса, требуется знать функциональные зависимости между основными явлениями, характерными для процессов роста данного древесного вида.

Под анализом элемента леса подразумевается исследование причин, обуславливающих величину основных таксационных характеристик элемента леса и изменение этих характеристик во времени.

Если учитывать только общие для данного древесного вида закономерности роста, то мы получим модель некоторого абстрактного элемента леса. Модель не будет отражать частные отклонения таксационных показателей от некоторых значений, характеризующих общую закономерность развития. Такой абстрактный элемент леса назван элементарной популяцией.

Под элементарной популяцией (ЭП) подразумевается сложная динамическая саморегулирующаяся система, взаимодействующая

шая с окружающей средой, образованная множеством взаимодействующих индивидуумов и подчиненная в своем развитии общим закономерностям роста элемента леса данного древесного вида.

Индивидуум - сложная динамическая саморегулирующаяся система, взаимодействующая с окружающей средой и подчиненная в своем развитии общим закономерностям роста "среднего дерева" элемента леса данного древесного вида.

При изучении хода роста древостоев проводится различие между ростом отдельных деревьев в древостое и древостоя в целом. Рост отдельных деревьев оценивается обычно по высоте, диаметру, объему. Для оценки древостоя применяются средние величины, вычисляемые по модели - "среднему дереву", которое подбирается в зависимости от таксационных показателей древостоя. Параметры "среднего дерева" являются важной частью таблиц хода роста и соответствуют параметрам индивидуума соответствующей ЭП. Таким образом, таблицы хода роста чистых насаждений описывают динамику определенных таксационных показателей конкретных ЭП.

Кривые хода роста модельных деревьев достаточно хорошо поддаются графическому построению, что побуждает к поискам их математической интерпретации. В то же время использование математических методов для описания биологических процессов не является неким приложением к традиционным методам. Общеизвестно, что математика, ее абстрактные системы понятий, формальные языки зародились и развивались исходя из насущных проблем естественных наук и для этих наук. Математика с успехом проникла в медицину, экологию, лесоустройство и ряд других наук. Возникновение и бурное развитие электронно-вычислительной техники, кибернетики, общей теории систем значительно ускоряют процесс создания и упрочения формального аппарата, формального языка в конкретной биологической науке, а это, в свою очередь, позволяет осуществить процесс моделирования изучаемых явлений. При этом на формальной модели осуществляются те преобразования, те эксперименты, которые трудно, а порой вообще невозможно осуществить в реальной обстановке. Имея адекватную модель фитоценоза, исследователь может немедленно наблюдать основные результаты антропогенного или иного воздействия на насаждение в любой момент времени. Детерминированная математическая модель ЭП позволяет наблюдать динамику таксационных показателей, обусловленную конкретными условиями внешней среды.

Модель ЭП характеризуется следующими основными уравнениями:

$$h = H\omega; \quad (1) \quad d = D\omega; \quad (2)$$

$$V = v\omega^3; \quad (3) \quad \omega = th (\varphi t); \quad (4)$$

$$f_s = \left(r \frac{h + \frac{\Delta h}{dt}}{h + \frac{\Delta h}{dt} - x} \right)^2 \quad (5)$$

$$MN^P = W, \quad (6)$$

где h - текущее значение высоты индивидуума; H - максимально возможное в данных условиях внешней среды значение высоты индивидуума; d - текущее значение диаметра на относительной высоте; D - максимально возможное значение диаметра на относительной высоте в данных условиях внешней среды; th - знак гиперболического тангенса; φ - константа; t - возраст индивидуума; f_s - старое видовое число; Δh - текущий прирост по высоте; r - постоянный коэффициент; $r = 0,635$; x - высота груди, $x = 1,3$ м; M - удельный запас ЭП, т.е. запас на гектаре; N - плотность ЭП, т.е. число стволов на гектаре; p - системная полнота ЭП; W - расчетная константа модели ЭП.

Все параметры модели рассчитываются по данным, получаемым в результате закладки пробной площади в реальном древостое.

Ниже приводятся таблицы, в которых сопоставляются расчетные данные, полученные в результате работы модели ЭП, с фактическими данными таблиц различных авторов, характеризующих динамику продуктивности чистых сосняков. 1-я часть табл. 1 рассчитана по данным продуктивности сосняка черничного в условиях Белоруссии (В.Е.Ермаков, 1973); 2-я часть табл. 1 рассчитана по данным таблицы хода роста чистого соснового насаждения I^a бонитета, составленной А.В. Тюриным (1962). Общеизвестно, что сосняк кисличный развивается по I^a бонитету.

В табл. 2 приводятся расчетные данные, отражающие изменение высоты сосняка кисличного с возрастом насаждения. Данные рассчитаны по таблице продуктивности сосняка кислич-

Т а б л и ц а 1. Сопоставление средних высот, сумм площадей оснований и запасов по данным нашей модели с табличными данными

Воз- раст, лет	Высота		Процент отклоне- ния	Сумма площадей сечения		Процент отклоне- ния	Удельный запас, м ³ /га		Процент отклоне- ния
	таблич- ная	расчет- ная		таблич- ная	расчет- ная		таблич- ный	расчет- ный	
По В.Е. Ермакову									
10	4,8	4,74	-1,2	13,7	14,01	+2,3	44	48,03	+9,2
20	9,2	9,15	-0,6	23,1	23,16	+0,2	115	115,51	+0,4
30	13,0	13,00	0,0	29,0	28,40	-2,1	190	184,36	-3,0
40	16,2	16,16	-0,2	32,0	31,78	-0,7	251	246,41	-1,8
50	18,5	18,63	+0,7	34,0	34,06	+0,2	298	297,96	0,0
60	20,5	20,50	0,0	35,5	35,62	+0,3	338	338,39	+0,1
70	21,7	21,87	+0,8	36,3	36,69	+1,1	368	368,80	+0,2
80	22,4	22,85	+2,0	36,9	37,43	+1,4	390	391,02	+0,3
По А.В. Тюрину									
20	9,6	9,86	+2,7	24,3	24,93	-2,6	112	130,84	+16,8
30	14,3	14,40	+0,7	33,8	32,36	-4,3	224	227,75	+1,7
40	18,4	18,54	+0,8	40,6	37,88	-6,7	339	329,41	-2,8
50	22,2	22,20	0,0	45,0	42,15	-6,3	447	428,78	-4,1
60	25,3	25,37	+0,3	47,9	45,50	-5,0	538	521,10	-3,2
80	30,0	30,29	+1,0	51,4	50,21	-2,3	680	675,10	-0,7
100	33,6	33,60	0,0	53,3	53,13	-0,3	785	785,76	+0,1
120	36,0	35,74	-0,7	54,6	54,92	+0,6	857	859,87	+0,3
140	35,7	37,08	-1,1	55,0	56,01	+1,8	895	907,35	+1,4

Т а б л и ц а 2. Сопоставление средних высот по диаметру нашей модели с табличными данными Ф.П.Михневича (I^a бонитета) и В.Е.Ермакова (сосняка кисличника)

Возраст, лет	С. кисличник, высота табличная по В.Е.Ермакову	С. кисличник, высота расчетная, м	Процент отклонения	I ^a бонитет, высота табличная по Ф.П.Михневичу	Процент отклонения
10	10,2	10,40	+2,0	10,3	+1,0
30	15,1	15,10	0,0	15,0	+0,7
40	19,3	19,28	-0,1	19,2	+0,4
50	22,9	22,88	-0,1	23,0	-0,5
60	25,9	25,90	0,0	26,0	-0,4
70	28,1	28,37	+1,0	28,4	-0,1
80	29,8	30,35	+1,8	30,3	+0,2
90	-	31,91	-	31,8	+0,3
100	-	34,08	-	34,0	+0,2
120	-	34,80	-	34,8	0,0
130	-	35,35	-	35,3	+0,1
140	-	35,77	-	35,8	-0,1

ного (В.Е.Ермаков, 1973). Сопоставление расчетных данных с данными, характеризующими ход роста сосновых насаждений I^a бонитета по высоте (Ф.П.Михневич, 1962), говорит о точности расчетных данных.

Анализируя значение параметров φ и H , можно сказать, что элементарная популяция, расчет которой проводился для табл.2, испытывает в настоящий момент повышенное отрицательное воздействие условий внешней среды по сравнению с ЭП табл. 1 (2-я часть).

Представленные в настоящей работе таблицы свидетельствуют о том, что детерминированная модель ЭП действительно достоверно отражает динамику основных таксационных показателей и не противоречит основным законам роста элемента леса как вероятностной системы со сложным текущим поведением.