

УДК 630\* 532

**В. А. Усольцев, И. В. Мельникова, С. В. Тепикин, Э. Я. Нагимов,**  
(Уральская государственная лесотехническая академия)

## **ХОД РОСТА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ СОСНЯКОВ И ЕЛЬНИКОВ СРЕДНЕГО УРАЛА**

По экспериментальным данным 44 пробных площадей в сосняках и 20 — в ельниках впервые для Урала составлены эскизы таблиц биопродуктивности на основе многомерных регрессионных моделей, учитывающих возраст, класс бонитета, средний диаметр, густоту и запас стволовой древесины на 1 га.

Первые публикации по биологической продуктивности насаждений содержат данные по запасу фитомассы на единице площади того или иного конкретного насаждения, сопровождаемые более или менее полной его лесотипологической и таксационной характеристикой. Подобная информация имеет локальный характер и является в этом смысле уникальной, поскольку практически неповторима в других местообитаниях, имеющих соответственно свой набор лесотипологических и таксационных показателей.

По мере накопления экспериментального материала появляется возможность сопоставления фитомассы насаждений различного возраста для тех или иных лесорастительных условий. Подобные сводки данных приводятся для различных пород европейской части страны В. К. Поповым (1969), В. В. Смирновым (1971), А. А. Молчановым (1971), Н. И. Казимировым с соавт. (1977), иногда выравненные по классам возраста (Продуктивность..., 1974; Габеев, 1976; Ватковский, 1976; Усольцев и др., 1985).

При подведении итогов работ по Международной биологической программе были выполнены сводки данных по фитомассе насаждений в масштабах всей страны (Уткин, 1970; Поздняков, 1975). Уникальные сводки данных выполнены по фитомассе ельников европейского континента Я. Палуметсом (Palumets, 1991) и по фитомассе основных древесных пород всей планеты — М. Кэннелом (Cannell, 1982).

По мере математизации и компьютеризации научных исследований появилась возможность вскрыть многофакторную природу структуры фитомассы насаждений и закономерностей ее накопления. В. А. Усольцевым с соавт. (1979) с использованием уравнения Кобба-Дугласа был вы-

полнен многомерный регрессионный анализ экспериментальных данных фитомассы, т/га, сосны Казахского мелкосопочника в возрасте от 18 до 70 лет с относительной густотой от 0,2 до 2,3, полученных на 27 пробных площадях. Оказалось, что изменчивость результативного признака объясняется возрастом и густотой на 95% по стволу, на 77% — по ветвям и лишь на 32% — по хвое. Во всех случаях влияние густоты, а в последнем — и возраста, оказалось недостоверным. По-видимому, здесь проявилось влияние неучтенных определяющих факторов и неудачной структуры модели.

Используя ту же структуру модели, Т. Х. Токмурзин и К. Н. Нурпеисов (1976) составили таблицы хода роста фитомассы сосняков на основе трехфакторных регрессий, которые объясняют всего 1,4% общей изменчивости фракций фитомассы.

Большой практический интерес представляет использование отношения массы фракции к запасу стволовой древесины ( $P_i/M$ ) (Протопопов, Зюбина, 1977). Отношение  $P_i/M$  непостоянно и зависит от возраста, породного состава и региональных особенностей насаждения. Используя этот опыт, А. А. Онучин и А. Н. Борисов (1984) предложили методическую основу составления таблиц биопродуктивности сосновых древостоев. По данным 82 пробных площадей авторы получили многофакторные уравнения для всех фракций фитомассы, описывающие зависимость  $P_i/M$  от возраста, класса бонитета и запаса стволовой древесины,  $m^3/га$ . Коэффициент детерминации  $R^2$  варьирует от 0,96 до 0,66. Составленные по полученным уравнениям трехходовые таблицы очень просты в употреблении, т. к. включают в себя запас,  $M$ , который отражает ценотические характеристики древостоя (густоту, средний диаметр и полнодревесность стволов).

В. А. Усольцевым и В. М. Кричуном (1982) предложены таблицы биопродуктивности березы и осины, совмещенные с таблицами хода роста (ТХР) для Северного Казахстана, составленные в зависимости от возраста ( $A$ ) и класса бонитета, выраженного высотой в 50 лет ( $H_{50}$ ). В дальнейшем модель изменили путем включения относительной густоты (Усольцев, 1983), что давало возможность более точно провести совмещение таблиц биопродуктивности с ТХР для исследуемого региона.

В окончательном варианте В. А. Усольцевым (1988,а) составлены таблицы биологической продуктивности для сосняков Северного Казахстана, основу которых составила рекуррентная регрессионная система

$$\left. \begin{array}{l} \text{I. } P_i/M = f(A, H_{100}, N, D_{cp}) \\ \uparrow \\ \text{II. } \left\{ \begin{array}{l} \text{а) } M = f(A, H_{100}) \\ \text{б) } N = f(A, H_{100}) \\ \text{в) } D_{cp} = f(A, H_{100}) \end{array} \right. \end{array} \right\} (1)$$

где  $P_i$  — масса  $i$ -ой фракции фитомассы, т/га;  $M$  — запас стволовой древесины,  $m^3/га$ ;  $A$  — возраст древостоя, лет;  $H_{100}$  — класс бонитета, выра-

женный высотой древостоя, м, в базовом возрасте 100 лет;  $N$  — число деревьев, тыс. экз./га;  $D_{cp}$  — средний диаметр древостоя, см. В регрессионной системе (1) уравнения II заимствованы из ТХР (в табличном выражении). Уравнения I в системе (1) действительны для всего диапазона лесотипологических и таксационных характеристик древостоев пробных площадей, а зависимости II имеют локальный характер и действительны лишь для конкретной ТХР. В частности, зависимости I состыкованы с ТХР сосняков Казахского мелкосопочника (Усольцев, 1987), ленточных боров Обь-Иртышского междуречья (Усольцев, 1988,б), островных боров Тургайского прогиба (Усольцев, 1988,а) и со всеобщими ТХР для сосновых древостоев (Загреев, 1974).

Таким образом, рекуррентный принцип отражает важнейшее свойство предложенного подхода — многовариантную взаимообусловленность факторов, обеспечивающую гибкость и универсальность регрессионных систем, имитирующих динамику биологической продуктивности древостоев (Усольцев, 1988,а).

Принципиально иной подход к составлению таблиц биопродуктивности сосняков предлагает А. А. Макаренко (Макаренко, Маленко, 1984). При составлении ТХР сосняков Северного Казахстана им составлены ряды распределения деревьев в возрастной динамике для трех регионов — Казахский мелкосопочник, ленточные боры и островные боры. Использование этих рядов, а также кривых высот деревьев по ступеням толщины позволило ограничиться выводом многофакторных регрессионных уравнений на уровне дерева, включающих в качестве независимых переменных диаметр и высоту ствола, а также средний диаметр и класс бонитета древостоя. Подстановкой значений среднего диаметра, соответствующих данному классу бонитета, исходное четырехфакторное уравнение приводится к двухфакторному, специфичному для каждого класса возраста (среднего диаметра). Используя соотношения высот и диаметров, взятые с кривых высот деревьев, авторы аппроксимировали названные уравнения по диаметру и высоте и путем перемножения полученных значений фитомассы на число деревьев каждой ступени получили данные фитомассы сосняков в возрастной динамике. При таком подходе не требуется накапливать экспериментальный материал по фитомассе в широком диапазоне возраста и эколого-ценотических условий. Однако точность таких таблиц биопродуктивности, скорее всего, невысока, поскольку при этом предполагается, что если два древостоя (один из которых использован для составления ТХР, а в другом взяты модельные деревья и взвешена их фитомасса) имеют одно и то же распределение числа деревьев по их диаметру, то они имеют одинаковые распределения деревьев по их фитомассе. Однако, это не соответствует действительности (Семечкина, 1978).

При исследовании хода роста сосняков и ельников мы взяли за основу рекуррентную регрессионную систему (1), которая предполагает, что если два древостоя имеют одинаковые запасы стволовой древесины, возраст, класс бонитета, густоту и средний диаметр, то они имеют скорее всего одни и те же ряды распределения деревьев как по диаметру, так и

по фитомассе (Усольцев, 1987).

Наши исследования проведены в сомкнутых древостоях ели Предуральской предгорной провинции широколиственно-хвойных лесов (Колесников и др., 1973) (Красноуфимский лесхоз) и Среднеуральской низкогорной провинции среднетаежных лесов (Ново-Лялинский лесхоз) и в сомкнутых сосняках Зауральской холмисто-предгорной провинции в пределах средней (Карпинский лесхоз) и южной (Учебно-опытный лесхоз УГЛТА) подзона тайги (см. табл. 1 в работе «Оценка массы крон сосны и ели Среднего Урала на основе псевдоинвариантных взаимосвязей» настоящего сборника).

Доля ели в составе древостоя от 10 до 5 единиц с примесью пихты, березы, сосны или кедра, сосняки преимущественно чистые по составу. Модельные деревья взяты по ступеням толщины. Методика полевых и камеральных работ изложена ранее (Усольцев, 1985).

Чтобы исключить дублирование чрезвычайно трудоемкого процесса взвешивания фитомассы и получения такого же набора пробных площадей, по которым на сегодня составлены многочисленные ТХР древостоев, необходимо совместить наши пробные площади с теми, по которым составлялись ТХР, по основным определяющим показателям. Это возможно путем аппроксимации наших данных биопродуктивности древостоев по основным показателям, определяющим эту продуктивность, с последующим табулированием полученных многофакторных регрессий по тем же показателям, которые имеются в качестве входов в ТХР.

Наиболее полная стыковка обеспечивается уравнением, в котором абсолютная полнота разложена на две составляющие — средний диаметр древостоя ( $D_{cp}$ , см) и число стволов ( $N$ , тыс. экз/га) и кроме того включен запас стволовой древесины ( $M$ , м<sup>3</sup>/га), учитывающий дополнительно к сумме площадей сечений варьирование полндревесности ствола.

В результате обработки экспериментального материала по программе многомерного регрессионного анализа MRAK получены уравнения для сосны:

$$\ln(P/M) = a_0 + a_1 \ln A + a_2 \ln H_{100} + a_3 \ln N + a_4 \ln^2 N + a_5 \ln^3 A + a_6 \ln^2 A + a_7 \ln A \ln D_{cp} + a_8 \ln^2 A \ln N + a_9 \ln^2 H_{100}; \quad (2)$$

и для ели:

$$\ln(P/M) = a_0 + a_1 \ln^2 A + a_2 \ln D_{cp} + a_3 \ln A \ln D_{cp} + a_4 \ln N + a_5 \ln^2 N + a_6 \ln A \ln N + a_7 \ln H_{100} + a_8 \ln D_{cp} \ln N + a_9 \ln^2 A \ln N + a_{10} \ln A \ln H_{100} + a_{11} \ln^2 A \ln H_{100}; \quad (3)$$

характеристика которых приведена в табл. 1. Все константы уравнений значимы на уровне  $t_{05}$  и выше. Уравнения (2) и (3) могут быть состыкованы с любыми ТХР.

В качестве последних нами принятые используемые в лесохозяйственном производстве уральского региона таблицы хода роста, состав-

Таблица 1

Характеристика уравнений (2) и (3) зависимости относительных показателей фракций фитомассы (P/M) сосны и ели от определяющих факторов

Константы, факторы и показатели адекватности	Фитомасса в абсолютно сухом состоянии, т/га					ДЗ в свежем состоянии, т/га
	ствола		скелета кроны		хвои	
	всего	древесины	всего	древесины		
Сосна, уравнение (2)						
$a_0$	-21,7159	-24,1712	-16,7155	4,4399	-11,8986	-9,8811
$a_1(\ln A)$	14,5726	16,1409	25,5357	31,0429	10,3269	9,9062
$a_2(\ln H_{100})$	—	—	-2,2484	-19,351	-0,8908	-0,9510
$a_3(\ln N)$	0,3471	0,3767	-3,3939	—	—	—
$a_4(\ln^2 N)$	—	—	0,3881	—	—	—
$a_5(\ln^2 A)$	0,2874	0,3148	0,7752	0,4674	0,2423	0,2355
$a_6(\ln^2 A)$	-3,6146	-3,9848	-8,4956	-5,8354	-2,8786	-2,7879
$a_7(\ln A \ln D_{cp})$	0,1578	0,1824	0,4963	0,4164	—	—
$a_8(\ln^2 A \ln N)$	—	—	0,1663	—	—	—
$a_9(\ln^2 H_{100})$	—	—	—	2,8124	—	—
$R^2$	0,217	0,261	0,874	0,903	0,635	0,759
Ель, уравнение (3)						
$a_0$	-129,8712	-133,1491	-150,2474	-148,093	-120,5424	-140,5985
$a_1(\ln^2 A)$	1,9943	1,9947	2,9746	2,9045	2,3290	2,9654
$a_2(\ln D_{cp})$	18,6387	22,1288	21,1962	20,4476	12,3788	18,6443
$a_3(\ln A \ln D_{cp})$	-1,7508	-2,4079	-2,1641	-2,0157	-1,0083	-2,2680
$a_4(\ln N)$	27,5470	31,9680	32,7990	32,3061	22,6989	31,5691
$a_5(\ln^2 N)$	-1,1388	-1,1610	-1,2404	-1,2261	-1,0569	-1,2205
$a_6(\ln A \ln N)$	-1,5300	-3,3284	-2,4736	-2,4351	—	-2,4359
$a_7(\ln H_{100})$	-10,9266	-21,9103	-17,6785	-17,4823	-2,4178	-17,4166
$a_8(\ln D_{cp} \ln N)$	-1,4310	-1,5318	-1,4765	-1,4273	-1,0413	-1,2390
$a_9(\ln^2 A \ln N)$	—	0,2077	—	—	0,2299	—
$a_{10}(\ln A \ln H_{100})$	5,1472	9,6918	8,0223	7,9456	1,5574	8,1502
$a_{11}(\ln^2 A \ln H_{100})$	-0,6429	-1,0929	-1,0246	-1,0248	-0,3205	-1,0307
$R^2$	0,886	0,903	0,898	0,896	0,949	0,956

Таблица 2

Эскиз таблицы биопродуктивности сосновых древостоев, совмещенной с ТХР Д. В. Миловановича (1928)

Возраст, лет	Средние		Число стволов, тыс. экз./га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в абсолютно сухом состоянии, т/га				Древесная зелень в свежесрубленном состоянии, т/га	
	высота, м	диаметр, см				ствол		скелет кроны			хвоя
						всего	в т. ч. древесинны	всего	в т. ч. древесинны		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I класс бонитета											
20	8,4	7,0	4,990	19,2	86	25,6	22,3	8,819	3,619	3,8	12,3
40	16,4	13,8	1,925	28,8	228	95,8	90,5	16,625	9,722	5,8	17,8
60	21,7	20,6	1,050	35,0	348	139,1	132,8	19,776	12,870	5,4	16,1
80	25,4	27,0	0,671	38,4	428	159,1	151,8	21,951	14,797	4,7	13,7
100	27,8	32,9	0,475	40,4	501	176,7	167,9	26,144	17,561	4,3	12,3
120	29,6	38,0	0,367	41,6	548	190,9	180,9	29,780	20,259	4,0	11,2
140	30,8	42,0	0,305	42,2	583	207,1	196,0	32,447	22,836	3,8	10,5
160	31,6	45,0	0,268	42,6	604	224,8	212,9	32,369	24,532	3,7	9,9
II класс бонитета											
20	7,0	5,8	6,813	18,0	68	20,7	17,9	5,948	2,556	3,3	10,9
40	13,8	11,6	2,384	25,2	171	70,0	65,5	11,130	6,116	4,9	15,2
60	18,8	17,1	1,384	31,8	280	112,3	106,5	12,820	8,213	5,1	15,2

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
80	22,2	21,7	0,963	35,6	370	142,0	135,0	13,775	9,514	4,9	14,4
100	24,4	26,0	0,714	37,9	434	160,4	152,0	15,770	11,058	4,6	13,3
120	26,0	30,1	0,552	39,3	478	173,9	164,3	18,583	13,029	4,3	12,2
140	27,2	34,0	0,443	40,2	510	187,1	176,5	21,730	15,259	4,0	11,3
160	27,9	37,2	0,375	40,8	533	201,7	190,0	23,470	16,752	3,8	10,5
III класс бонитета											
20	5,9	5,2	7,815	16,6	55	16,2	13,9	5,019	2,168	2,9	9,4
40	11,4	10,2	2,815	23,0	131	50,8	46,9	8,887	4,807	4,1	12,8
60	16,0	14,8	1,663	28,6	223	85,8	80,6	9,959	6,269	4,5	13,6
80	19,1	18,8	1,196	33,2	296	110,4	103,9	10,776	7,319	4,4	13,1
100	21,2	22,4	0,911	35,9	356	129,3	121,4	12,514	8,750	4,3	12,6
120	22,9	25,8	0,715	37,4	401	145,0	136,0	14,755	10,385	4,2	11,9
140	23,8	28,6	0,598	38,4	430	157,8	147,7	17,207	11,997	4,0	11,3

Таблица 3

Эскиз таблицы биопродуктивности основных древостоев разной густоты, совмещенных с ТХР З.Я. Нагимова (1984)  
(Южная тайга, сосняк ягодиноквый)

Возраст, лет	Средние		Число стволов, тыс. экз./га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в абсолютно сухом состоянии, т/га					Древесная зелень в свежесрубленном состоянии, т/га	
	высота, м	диаметр, см				ствол		скелет кроны		хвоя		
						всего	в т. ч. Древесины	всего	в т. ч. Древесины			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I класс густоты												
20	5,6	4,1	16,212	21,4	75	23,9	20,5	5,0	2,3	3,7	12,3	
40	11,9	9,6	4,008	29,0	175	69,4	63,8	9,2	5,5	4,9	15,3	
60	16,9	14,7	1,997	33,9	272	105,6	98,8	10,4	6,9	5,0	14,9	
80	20,5	19,3	1,270	37,1	351	134,6	127,1	11,6	8,0	4,9	14,4	
100	22,9	23,5	0,910	39,3	410	160,4	152,5	13,5	9,5	4,9	14,2	
120	23,9	27,3	0,694	40,6	440	179,9	172,1	16,6	11,5	4,9	14,1	
II класс густоты												
20	5,9	4,7	11,649	20,2	73	22,2	19,0	5,3	2,5	3,5	11,6	
40	12,4	11,0	3,053	29,0	180	70,4	64,9	11,7	6,6	4,9	15,2	
60	17,5	16,6	1,617	35,0	288	112,5	105,9	13,6	8,6	5,1	15,3	
80	21,2	21,5	1,058	38,4	372	144,3	137,1	14,7	9,9	5,0	14,8	
100	23,6	25,8	0,772	40,3	429	169,7	162,2	16,3	11,3	5,0	14,4	
120	24,7	29,5	0,607	41,5	459	189,9	182,6	19,1	13,1	5,0	14,3	

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
					III класс густоты								
20	6,2	5,5	8,042	19,1	72	20,7	17,7	6,5	2,8	3,4	11,1		
40	12,9	12,8	2,254	29,0	185	71,1	65,9	16,7	8,2	4,9	15,2		
60	18,1	19,0	1,263	35,8	301	117,7	111,5	19,0	10,9	5,2	15,6		
80	21,9	24,3	0,855	39,0	390	152,9	146,3	19,7	12,5	5,1	15,1		
100	24,3	28,6	0,645	41,4	449	179,8	173,0	20,8	13,8	5,1	14,7		
120	25,4	32,0	0,529	42,5	480	201,4	194,7	22,8	15,3	5,1	14,5		

✓

Таблица 4

Экспресс-таблица биологической продуктивности сомкнутых еловых древостоев, совмещенной с ТХР Д. В. Миловановича (1928)

А, лет	Н-р. м	Д-р, см	N, экз. тыс./га	G, м <sup>3</sup> /га	M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в абсолютно сухом состоянии. т/га						ДЗ свежая, т/га	Отмершие ветви, т/га
						ствол		скелет кроны		хвоя	итого		
						всего	кора	всего	кора				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
II класс бонитета													
30	9,9	7,4	5,557	23,9	122	51,8	6,2	7,9	3,4	15,3	75,0	47,6	2,2
50	15,5	13,4	2,170	30,6	227	95,3	9,5	11,1	3,8	14,9	121,3	52,8	4,2
70	20,1	19,2	1,226	35,5	332	134,5	12,3	15,6	5,2	15,0	165,1	55,0	6,0
90	23,5	24,3	0,838	38,9	422	167,2	14,6	21,1	7,7	16,2	204,5	56,6	7,7
110	25,6	28,3	0,655	41,2	483	194,3	16,6	27,7	11,1	18,9	240,9	59,2	9,5
130	26,5	31,1	0,556	42,2	512	216,1	18,3	35,2	15,0	22,7	274,0	63,2	11,4
150	27,1	33,4	0,488	42,8	530	229,3	19,0	40,5	18,5	25,8	295,6	64,1	12,9
170	27,4	35,0	0,450	43,3	540	224,9	17,8	37,2	19,7	25,1	287,2	56,2	13,0
III класс бонитета													
30	8,0	6,6	5,846	20,0	82	38,4	5,1	6,8	2,9	11,7	56,9	40,2	2,4
50	13,0	11,5	2,522	26,2	164	71,0	7,7	9,1	3,1	12,5	92,6	45,0	3,9
70	16,9	16,5	1,441	30,8	244	104,6	10,3	13,4	4,3	13,7	131,7	50,5	5,7
90	20,0	21,5	0,928	33,7	313	133	12,5	19,4	6,3	15,5	167,9	54,9	7,2

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
110	22,5	25,4	0,707	35,8	372	160,2	14,5	26,2	8,9	18,3	204,8	59,7	8,9
130	23,9	28,0	0,604	37,2	410	187,0	16,5	33,8	11,8	22,2	243,0	65,9	11,0
150	24,8	29,7	0,550	38,1	436	207,5	17,7	38,4	14,1	25,0	270,9	68,6	12,9
170	25,3	30,7	0,520	38,5	448	205,6	16,6	33,8	14,1	23,3	262,7	59,9	13,1
IV класс бонитета													
30	5,4	5,8	6,018	15,9	44,0	24,9	3,9	5,8	2,3	7,8	38,5	32,0	3,00
50	10,1	10,0	2,852	22,4	112,0	52,7	6,4	8,0	2,8	10,7	71,4	39,4	4,1
70	13,6	13,5	1,908	27,3	180,0	84,8	9,3	11,7	3,9	13,0	109,5	47,7	5,8
90	16,3	16,9	1,364	30,6	241	119,7	12,3	17,5	5,5	16,1	153,3	57,7	8,0
110	18,1	19,9	1,035	32,2	282	152,5	15,1	25,8	7,4	20,3	198,6	69,6	10,5
130	19,3	22,1	0,865	33,2	309	184,4	17,7	35,3	9,4	25,0	244,7	82,1	13,3
150	20,1	23,8	0,762	33,9	328	209,5	19,3	41,9	10,7	28,2	279,6	88,9	15,6
170	20,6	25,1	0,695	34,4	340	209,7	18,0	37,3	10,3	25,5	272,5	78,0	15,7



Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N нач. = 7,7 тыс. экз./га													
40	10,5	10,8	3,944	36	209	98,8	11,5	15,7	6,9	20,8	135,3	72,0	6,6
60	18,0	18,8	1,518	42,1	398	183,5	17,2	22,7	8,0	22,3	228,5	78,8	8,7
80	22,6	24,0	0,935	42,2	491	204,2	17,9	25,1	9,2	19,9	249,2	69,4	9,0
100	24,7	26,4	0,758	41,5	525	214	18,4	28,0	11,0	20,3	262,3	66,8	10,1
N нач. = 5 тыс. экз./га													
40	11,0	12,0	3,347	43,5	224	112,6	12,7	18,3	7,2	22,8	153,7	79,9	7,5
60	19,0	20,9	1,336	45,6	446	210,2	19,2	26,4	9,1	23,9	260,5	84,1	9,6
80	23,6	26,3	0,860	46,7	558	237,4	20,4	29,6	11,3	21,7	288,7	74,2	10,2
100	25,7	28,9	0,712	46,6	601	250,2	21,2	32,9	14,0	22,5	305,6	70,9	11,4

ленные для сосняков и ельников Нижне-Тагильского округа Д. В. Миловановичем (1928) и ТХР сосняков и ельников, выделенных по классам густоты (Нагимов, 1984, Разин; 1977).

В предлагаемых таблицах биопродуктивности сосняков и ельников (табл. 2—5) реализован принцип параметрического прогнозирования. Согласно этому принципу, регрессионные модели дают значения фитомассы для древостоев заданного возраста и класса бонитета, если из соответствующих ТХР мы возьмем дополнительно значения  $D_{об}$ ,  $N$  и  $M$ . Естественно, возрастная динамика последних в каждой ТХР имеет свои особенности. Поэтому специфичны и эскизы таблиц биопродуктивности, составленных с той или иной ТХР.

Эскизы таблиц биологической продуктивности сосновых и еловых древостоев составлены для Урала впервые.

### Библиографический список

Ватковский О. С. Анализ формирования первичной продуктивности лесов. М. Наука, 1976. 115 с.

Габеев В. Н. Биологическая продуктивность лесов Приобья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 171 с.

Загребев В. В. Всеобщие таблицы хода роста нормальных сосновых насаждений // Современное лесоустройство и таксация леса. М. : ВНИИЛМ, 1974. С. 67—101.

Казимиров Н. И., Волков А. Д., Зябченко С. С., Иванчиков А. А., Морозов Р. М. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л. Наука, 1977. 304 с.

Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.

Макаренко А. А., Маленко А. А. Структура фитомассы молодняков сосны ленточных боров Казахстана // Вестн. с.-х. науки Казахстана. 1984. № 6. С. 79—82.

Милованович Д. В. Типы лесов Среднего Урала (Нижне-Тагильского округа). Пермь. 1928. 24 с.

Молчанов А. А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон. М. Наука, 1971. 275 с.

Нагимов З. Я. Закономерности строения и роста сосновых древостоев и особенности рубок ухода в них на Среднем Урале: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. 1984. 20 с.

Онучин А. А., Борисов А. Н. Опыт таксации фитомассы сосновых древостоев // Лесоведение. 1984. № 6. С. 66—71.

Поздняков Л. К. Продуктивность лесов Сибири // Ресурсы биосферы. Л. Наука. 1975. Вып. 1. С. 43—55.

Попов В. К. Запас листовой массы в культурах березы бородавчатой и связь ее с приростом древесины // Вопросы повышения интенсивности лесного хозяйства / Науч. тр. Воронежского ЛТИ, Т. 32, Вып. 3. Воронеж: Кн. изд-во. 1969. С. 75—80.

Продуктивность органической и биологической массы леса / Под. ред. А. А. Молчанова. М. Наука, 1974. 189 с.

Протопопов В. В., Зюбина В. И. Взаимосвязь климатических факторов и среды с фитомассой насаждений и методика ее расчета // Экологическое влияние леса на среду. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР. 1977. С. 3—15.

Разин Г. С. Изучение и моделирование хода роста древостоев (на примере ельников Пермской области). Л. : ЛенНИИЛХ, Пермская Лос, 1977. 43 с.

Семечкина М. Г. Структура фитомассы сосняков. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1978. 166 с.

Смирнов В. В. Органическая масса в некоторых лесных фитоценозах европейской части СССР. М. : Наука. 1971. 362 с.

Токмурзин Т. Х., Нурпеисов К. Н. Таблицы хода роста фитомассы древостоев сосны Прииртышья // Научн. тр. / КазСХИ, 1976. Т. 19, № 3. С. 127—136.

Усольцев В. А. Прогнозирование биологической продуктивности березы и осины в колочных лесах // Вестн. с. -х. науки Казахстана. 1983. № 6. С. 69—77.

Усольцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1985. 191 с.

Усольцев В. А. Динамика биологической продуктивности сосняков Казахского мелкосопочника // Лесная таксация и лесоустройство / Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: КПИ, 1987. С. 97—104.

Усольцев В. А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, 1988 а. 253 с.

Усольцев В. А. Принципы и методика составления таблиц биопродуктивности древостоев // Лесоведение, 1988 б, № 2. С. 24—33.

Усольцев В. А., Крепкий И. С., Прохоров Ю. А. Биологическая продуктивность естественных и искусственных сосняков Аман-Карагайского бора // Вест. с. -х. науки Казахстана. 1985. № 8. С. 74—79.

Усольцев В. А., Кричун В. М. Закономерности формирования надземной фитомассы березы и осины в колочных лесах Северного Казахстана // Лесоведение. 1982 № 3. С. 41—52.

Усольцев В. А., Макаренко А. А., Аткин А. С. Закономерности формирования надземной фитомассы сосны в Северном Казахстане в связи с густотой // Лесоведение. 1979. № 5. С. 3—12.

Уткин А. И. Исследования по первичной биологической продуктивности лесов в СССР // Лесоведение. 1970. № 3. С. 58—89.

Cannell M. I. R. World Biomass and Primary Production Data. L. : Acad. press. 1982. 320 p.

Palumets J. Analysis of phytomass partitioning in Norway spruce. — Tartu: Tartu Ulikool. VIII Scripta Botanica, 1991. 95p.