

УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСАМИ, ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 630*6

О. А. Атрощенко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (БГТУ)

МОДЕЛИ ПРОГНОЗА РОСТА ДРЕВОСТОЕВ

Классификация насаждений выполнена по режимам ухода и уровням производительности по запасу. По материалам перечислительной таксации древостоев на 1500 пробных площадях и повыведельного банка данных по лесному фонду создана система прогноза роста древостоев. Система включает регрессионные модели прогноза роста древостоев по классам бонитета и типам леса для основных лесобразующих пород Беларуси. Относительный прирост по высоте, диаметру и запасу древостоев оценивается в моделях в зависимости от среднего возраста и индекса класса бонитета. Модели относительного прироста древостоев разработаны для сосновых насаждений по режимам ухода и уровням производительности. Отдельные модели созданы для повыведельной актуализации лесного фонда, прогноза площадей и запасов насаждений по итоговым таблицам классов возраста, модели для таксации средневозрастных и низкопродуктивных древостоев. Модели прогноза роста древостоев предназначены для актуализации и учета лесного фонда, таксации лесов, проектирования рубок ухода, оптимизации размера лесопользования, системы лесного мониторинга.

The classification of stands has fulfilled into the stand density and levels yield of stands. Using the materials of enumerated forest mensuration on the 1500 sample plots and the base of forest subcompartments has made the system of prognosis the growth stands. The system includes the regressive models of growth stands on the forest site types for the main forest specieses. The relative increments in height, diameters and stand volume is estimated into the dependence of the average age and index of bonitet class. The models of relative stand increment have created in the pine stands into the stand density and levels yield. The separate models made for actualization of the forest fund, the prognosis the areas and volumes into age classes, the forest mensuration to the middle age of stands and low productivity of stands. The models of prognosis the growth stands intend to the actualization of forest fund, the forest mensuration, projection of the thinning, optimization of the forest harvesting, the monitoring system.

Введение. Планирование в лесном хозяйстве так же, как и лесоустроительное проектирование, претерпело значительные изменения в своей методике и технологии в связи с применением ЭВМ. Последние 20 лет продемонстрировали широкие возможности новых методов таксации леса и обработки лесоустроительной информации, оптимизации лесоустроительного проектирования и планирования лесного хозяйства, создания информационно-развивающихся автоматизированных систем лесохозяйственной информации и управления лесным хозяйством.

Эффективность принимаемых решений в управлении лесами и лесным хозяйством определяется точностью и надежностью данных таксации лесов и учета лесного фонда. Актуализация и учет лесного фонда, снижение себестоимости лесотаксационных работ связаны с применением моделей прогноза роста древостоев.

По материалам перечислительной таксации древостоев на 1500 пробных площадях и материалам повыведельного банка данных разработаны имитационные модели роста и производительности древостоев Беларуси по классам бонитета и типам леса для основных лесобразующих древесных пород. На основе этих имитационных моделей создана система прогноза роста древостоев для актуализации и учета лесного фонда, таксации лесов, оптимизации размера лесопользования и проектирования рубок ухода.

Основная часть. Система моделирования роста и производительности древостоев Беларуси по классам бонитета и типам леса разработана на основе их классификации по общепонитировочной шкале профессора М. М. Орлова. На основании данных общепонитировочной шкалы приняты следующие индексы классов бонитета.

Для хвойных и твердолиственных семенного происхождения насаждений индексы классов бонитета ($H 100$) являются средними высотами

в 100 лет, для мягколиственных и порослевых твердолиственных – средние высоты в 50 лет ($H100$) по общескандинавской шкале.

В исследовании принято три уровня режима ухода: 1) М – малая интенсивность рубок ухода (полнота 0,8–1,0); 2) С – средняя интенсивность (полнота 0,7–0,6); 3) Т – сильная интенсивность (полнота 0,4–0,5).

В пределах каждого уровня режима воспитания насаждений (М, С, Т), класса бонитета, типа леса и возраста выделяются три уровня производительности насаждений (верхний, средний, нижний). Средний уровень производительности устанавливается как наиболее вероятный средний уровень по запасу древостоев (на основе массовых наблюдений) в пределах величины среднеквадратического отклонения $\pm\sigma$ (случайной ошибки таксации запасов). Верхний уровень – выше среднего с размахом $+2\sigma$, нижний уровень – ниже среднего, т. е. -2σ . Классификация и отбор насаждений по составу, происхождению, классам бонитета, типам леса,

возрастам, полнотам выполняется из поведельного банка данных лесоустройства.

Ход роста сосновых древостоев по высоте, диаметру и запасу в пределах каждого режима ухода и уровня производительности выражался регрессионной моделью вида

$$\lg y = b_0 + b_1 \lg A + b_2 \lg H100,$$

где $\lg y$ – зависимый признак; H – высота, м; A – возраст, лет.

Параметры регрессионных моделей связи приводятся в табл. 1.

Три регрессии типа:

$$\lg y = b_0 + b_1 \lg A + b_2 \lg H100$$

описывают ход роста по высоте, диаметру и запасу древостоев от I^a до V^a классов бонитета в возрасте от 10 до 120 лет. Регрессии достоверны по F -критерию Фишера, объясняют 91–98% вариации зависимого показателя с относительной ошибкой 5–10%.

Таблица 1

Параметры регрессий связи таксационных показателей сосновых древостоев по режимам ухода и уровням производительности (по классам бонитета)

Режим ухода	Уровень производительности	Зависимая переменная	Коэффициенты по факторам и их значимость					R^2	S_y	F
			b_0	b_1	t_{b1}	b_2	t_{b2}			
М	Высший	$\lg H$	-1,2095	0,8229	36,5	0,7638	15,8	0,971	0,07	701,4
		$\lg D$	-1,2528	0,8800	55,6	0,7265	21,4	0,987	0,05	1599,9
		$\lg M$	-0,8462	1,0234	37,1	1,0882	18,4	0,973	0,08	750,7
	Средний	$\lg H$	-1,8032	0,9378	42,4	0,9984	21,1	0,979	0,07	980,7
		$\lg D$	-1,4623	0,9643	48,0	0,7266	16,9	0,982	0,06	1178,2
		$\lg M$	-1,4672	1,1555	40,6	1,3064	21,4	0,977	0,08	912,9
	Низший	$\lg H$	-2,5378	1,0779	42,5	1,2963	23,8	0,980	0,08	1024,4
		$\lg D$	-2,1726	1,1002	45,6	1,0201	19,7	0,981	0,07	1094,7
		$\lg M$	-2,5237	1,3386	26,1	1,7670	16,0	0,950	0,15	339,9
С	Высший	$\lg H$	-1,0132	0,7358	45,0	0,7079	19,1	0,975	0,06	1138,2
		$\lg D$	-0,9831	0,8467	63,3	0,5742	19,0	0,986	0,05	2104,6
		$\lg M$	0,2304	0,7980	10,9	0,4950	3,0	0,913	0,07	262,1
	Средний	$\lg H$	-1,7371	0,8641	49,9	1,0120	25,9	0,980	0,06	1493,0
		$\lg D$	-1,6768	0,9763	35,1	0,8645	13,8	0,959	0,10	679,9
		$\lg M$	-1,7920	1,0348	28,2	1,5731	19,0	0,949	0,14	541,1
	Низший	$\lg H$	-2,5401	1,0601	38,3	1,2794	20,4	0,968	0,10	886,4
		$\lg D$	-2,1900	1,1538	49,6	0,9612	18,3	0,978	0,09	1336,4
		$\lg M$	-2,4027	1,1979	40,8	1,7314	26,1	0,974	0,11	1101,3
Т	Высший	$\lg H$	-1,2413	0,7629	45,7	0,8326	20,6	0,975	0,07	1219,7
		$\lg D$	-1,1139	0,8586	53,7	0,6728	17,3	0,980	0,06	1534,8
		$\lg M$	-0,8944	0,8956	48,6	1,0799	24,2	0,979	0,07	1425,0
	Средний	$\lg H$	-1,9369	0,8521	48,5	1,1646	27,4	0,980	0,07	1499,6
		$\lg D$	-1,7750	0,9704	53,2	0,9650	21,9	0,981	0,07	1608,1
		$\lg M$	-1,7640	1,0157	49,7	1,4720	29,8	0,981	0,08	1622,8
	Низший	$\lg H$	-2,4794	1,0042	40,5	1,3012	21,5	0,970	0,10	999,7
		$\lg D$	-2,2905	1,1029	39,5	1,1176	16,5	0,966	0,11	889,5
		$\lg M$	-2,4173	1,0987	35,4	1,7571	23,4	0,966	0,12	868,9

Таблица 2

Модели прогноза роста древостоев

Зависимая переменная	Коэффициенты регрессий				R^2	Стандартная ошибка	Критерий F
	b_0	b_1	b_2	b_3			
Сосна							
$\lg P_H$	1,9067	-0,4152	-0,2512	-0,1955	0,954	0,11	1751,8
$\lg P_D$	1,7597	-0,4002	-0,2156	-0,1275	0,960	0,09	2028,8
$\lg P_M$	2,3102	-0,2026	-0,9096	-0,0415	0,939	0,12	1283,7
Ель							
$\lg P_H$	1,6925	0,7982	-0,8417	-0,2774	0,995	0,06	1672,5
$\lg P_D$	0,7256	1,0598	-0,7992	0,0524	0,987	0,08	651,9
$\lg P_M$	6,7039	-3,5580	1,0193	-1,9168	0,996	0,06	2101,4
Дуб							
$\lg P_H$	-2,2046	4,8823	-1,8595	-0,3718	0,992	0,06	747,1
$\lg P_D$	5,7947	-3,7044	1,7497	-2,3069	0,987	0,09	377,8
$\lg P_M$	1,2781	0,2790	-5,7413	0,0440	0,996	0,28	991,4
Береза							
$\lg P_H$	1,5464	0,0642	-0,5268	-0,0680	0,995	0,04	1795,1
$\lg P_D$	1,9560	-0,6680	-0,2096	0,0015	0,997	0,02	3249,6
$\lg P_M$	5,2210	-3,3010	1,7828	-2,8075	0,939	0,14	129,2
Осина							
$\lg P_H$	1,9362	-0,6106	-0,3298	0,00001	0,987	0,07	760,1
$\lg P_D$	0,9604	0,3663	-0,5029	0,00002	0,969	0,08	311,9
$\lg P_M$	3,8935	-0,1279	0,3324	-0,7372	0,990	0,07	896,2
Ольха черная							
$\lg P_H$	1,1756	0,5971	-0,8790	0,0835	0,989	0,08	637,8
$\lg P_D$	2,6166	-1,1927	-0,1244	-0,1308	0,978	0,10	342,4
$\lg P_M$	3,6904	-2,2480	0,3819	-0,5988	0,980	0,09	328,4
Ольха серая							
$\lg P_H$	1,2674	0,6426	-1,0427	0,0568	0,983	0,11	221,0
$\lg P_D$	2,6591	-0,5049	-1,0506	-0,9943	0,994	0,07	626,9
$\lg P_M$	4,6447	-3,0418	1,1250	-2,0124	0,985	0,11	258,3

Для повыведельной актуализации лесного фонда предложены модели в виде

$$\lg y = b_0 + b_1 \lg A + b_2 \lg^2 A + b_3 H100.$$

Коэффициенты регрессии значимы на 5%-ном уровне, достоверны по F -критерию с относительной ошибкой 5–10% (табл. 2).

Модели (табл. 2) для ели, березы, дуба, ольхи черной и серой разработаны по данным местных таблиц хода роста насаждений Беларуси.

Регрессионные модели процентов текущего изменения запасов древостоев разработаны в виде:

$$\lg P_M = b_0 + b_1 \lg A + b_2 \lg M.$$

На основе моделей прогноза роста древостоев по запасу представлены таблицы процентов текущего изменения запасов древостоев в зависимости от среднего возраста и запаса дре-

востоя для основных лесобразующих пород Беларуси.

Заклучение. Регрессионные модели, представленные для основных лесобразующих пород Беларуси, позволяют на основе среднего возраста древостоя и класса бонитета оценить процент текущего прироста по высоте, диаметру и запасу древостоя. По проценту текущего прироста таксационных показателей древостоя можно получить прогноз роста древостоев через определенный период.

Модели прогноза роста древостоев используют для повыведельной актуализации лесного фонда, актуализации лесного фонда по итоговым таблицам классов возраста, при таксации низкопродуктивных насаждений, проектировании рубок ухода и оптимизации размера лесопользования.

Поступила 21.01.2013