

10. Kharchenko N.N. Burrowing animals of the Average Don River [Kharchenko N.N. Nornye zveri Srednego Podon'ja]. Belgorod - Voronezh, 2002, 383 p. (In Russian).

11. Kharchenko N.N. Ecological types and forms of life of burrowing animals of Average Don river [Kharchenko N.N. Jekologicheskie tipy i zhiznennye formy nornyh zverej Srednego Podon'ja]. Moscow, 2003, 201 p. (In Russian).

12. Yudin V.G. Raccoon dog of Amur and Primorye [Yudin V.G. Enotovidnaja sobaka Priamur'ja i Primor'ja]. Moscow, 1977, 161 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Харченко Николай Николаевич – заведующий кафедрой экологии, защиты леса и лесного охотоведения ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», доктор биологических наук, профессор, проректор по учебной работе ВГЛТА, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: forest.vrn@gmail.com.

Information about authors

Kharchenko Nikolai Nikolaevich – Head of the Department of Environment, Forest Protection and Forestry Gamekeeping of FSBEI HPE «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», DSc in Biology, Professor, Vice Rector on education of VSAFT, Voronezh, Russian Federation; e-mail: forest.vrn@gmail.com.

DOI: 10.12737/6276

УДК 630*5

ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ ПОРΟΣЛЕВЫХ ДУБРΑВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН **В. К. Хлюстов**¹

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **А. Л. Мусиевский**²

1 – ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

2 – ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж, Российская Федерация

Анализ динамики лесного фонда области показал, что порослевые дубравы в Воронежской сейчас произрастают на площади 94.7 тыс. га (27.8 %), занимая преобладающее положение. Для их оценки специалисты лесоустройства используют бонитировочную шкалу М.М. Орлова для порослевых древостоев, а также таблицы хода роста (ТХР), составленные А.Д. Дударевым, имеющим также бонитетную основу, являющуюся по сути условной. При этом указанные ТХР составлены только для I-V классов бонитета в возрастном диапазоне от 10 до 120 лет, в то время как в лесном фонде региона встречаются древостои Ia и Va классов бонитета, возрастом более 120 лет.

Переход от бонитировочной к экологически обоснованной лесотипологической шкале был выполнен при помощи регрессионных моделей. В качестве основы для построения новых нормативов взяты эдафическая сетка профессора Погребняка П.С. и схема лесорастительных условий (ТЛУ) и типов леса (ТЛ) Воронежской области. Исходными для моделирования послужили материалы пробных площадей и прицельно-измерительной таксации изучаемых насаждений. На основе сочетания приведенных в матрице значений переменных (X_1 - X_{10}) с данными возраста (А) и полноты (П) дубового элемента леса был сформирован блок независимых переменных и разработана множественная регрессионная модель возрастной динамики средних высот, достоверность которой подтверждается высоким коэффициентом детерминации ($R^2=0.940$), минимальной ошибкой ($m_R=0.1242$), а также большим значением критерия Фишера ($F=22186$). Расчеты выполнены для всех ТЛУ (ТЛ) порослевых дубрав в Воронежской области ввозрастом 5-160 лет, полнотой 0.3-1.0, доле участия дуба в составе древостоев 1-10 единиц. В результате проведенных исследований получены модели илесотипологические шкалы возрастной динамики средних высот и классов высот по ТЛУ (ТЛ) порослевых дубрав Воронежской области, позволившие многомерной регрессией дифференцировать экологическую нишу их произрастания.

Ключевые слова: Воронежская область, порослевые дубравы, типы лесорастительных условий, типы леса, многофакторная регрессия, лесотипологические шкалы, классы высот.

FORESTRY TYPOLOGICAL SCALES OF COPPICE OAK FORESTS OF VORONEZH REGION

DSc in Agriculture, Professor, Academician of RANS **V. K. Khlyustov**¹

PhD in Agriculture, Associate Professor **A. L. Musievsky**²

1 – FSBEI HPO «Russian State Agrarian University - MAA named after K.A. Timiyazev»,
Moscow, Russian Federation

2 – FSBEI HPO «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I»,
Voronezh, Russian Federation

Abstract

Analysis of the dynamics of the forest fund of the region has shown that coppice oak forests in Voronezh region now grow in the area of 94.7 thousand ha (27.8 %), occupying a dominant position. For their assessment experts of forest management use Bonitation scale of Orlov MM for coppice stands, as well as tables of growth progress (TGP), created by Dudarev AD, having also site class basis, which is in fact conditional one. Thus specified TGP are compiled only for IV site class in the age range from 10 to 120 years, while in the forests of the region there are stands of Ia and Va site class, older than 120 years. The transition from bonitation to environmentally sound forestry typological scale was performed using regression models. As a basis for the construction of the new regulations edaphic grid of Professor PS Pogrebnyak and the scheme of site condition (TGP) and forest types (TG) of Voronezh region are taken. The starting materials for the simulation were the materials of plots and precisely measuring taxation of the studied plantations. Through a combination of shown in

a matrix values of the variables (X1-X10) with the ages (A) and fullness (F) of element of oak forest block of independent variables was formed and multiple regression model was developed for average age of heights, the accuracy of which is confirmed by a high coefficient of determination ($R_2 = 0.940$), minimum error ($m_R = 0.1242$), as well as the high value of the Fisher criterion ($F=22186$). The calculations are performed for all TGP (TG) of coppice oak forests in the Voronezh region at the age of 5-160 years, the fullness of 0.3-1.0, the stake of the oak in the structure of forest stands 1-10 units. A result of research obtained forestry typological scales model of dynamics of average age and height classes of heights on TGP (TG) of coppice oak forests of Voronezh region, which allowed multivariate regression to differentiate the ecological niche of their growth.

Keywords: Voronezh region, coppice oak forests, types of growing conditions, forest types, multiple regression, forestry typological scales, and classes of heights.

Порослевые дубравы являются результатом антропогенного воздействия на семенные дубовые фитоценозы. Своим появлением, в частности, на территории Воронежского края они обязаны началу здесь активной деятельности людей, связанной с подготовкой древесины для строительства жилищ, создания оборонительных укреплений, строительства флота и др. При этом масштабы вырубki в первую очередь наиболее ценной в нашем регионе древесной породы дуба черешчатого достигали порой значительных объемов [1, 2]. На вырубленных участках возникали порослевые дубравы 1-ой, а при повторных рубках 2-ой и более генераций. Не вызывает сомнений, что как само появление данной категории древостоев, так и постоянное увеличение их площадей отрицательно сказывается не только на продуктивности и состоянии самой породы и образуемых ею экосистем, но и негативно для всего человеческого сообщества. И одной из важнейших задач лесного хозяйства России является перевод порослевых дубовых древостоев в семенные. Для ее решения, а также осуществления других различных видов лесохозяйственной деятельности не-

обходима их периодическая инвентаризация, при проведении которой следует использовать более точные нормативы, разработанные с использованием современных компьютерных технологий и основанные на эколого-типологическом (естественном), а не бонитетном (искусственно-хозяйственном) подходе к их созданию.

Как показал анализ динамики лесного фонда в Воронежской области, порослевые дубравы в настоящее время произрастают на площади 94,7 тыс. га (27,8 %), занимая уже преобладающее положение [3]. Для их оценки специалисты лесоустройства используют бонитировочную шкалу М.М. Орлова для порослевых древостоев [4, 5, 6], а также таблицы хода роста, составленные А.Д. Дударевым [5] и переработанные А.З. Швиденко и др. [6], имеющими также бонитетную основу и те же недостатки как и для семенных дубрав. При этом следует отметить, что указанные ТХР составлены только для I-V классов бонитета в возрастном диапазоне от 10 до 120 лет, в то время как в лесном фонде региона встречаются древостои Ia и Va классов бонитета, возрастом более 120 лет, поэтому не совсем понятно, каким образом в настоя-

щее время выполняется их инвентаризация.

Переход от бонитировочной шкалы к лесотипологической осуществлен при помощи регрессионных моделей с применением блоковых фиктивных переменных [7]. В качестве основы для построения новых нормативов взяты эдафическая сетка проф. Погребняка П.С. [8] и схема лесорастительных условий и типов леса Воронежской области [9]. Исходными для моделирования послужили материалы пробных площадей и данные прицельно-измерительной таксации изучаемых насаждений.

При разработке лесотипологической шкалы независимые переменные, представленные различными видами – ТЛУ (ТЛ), были выражены блоковыми фиктивными переменными с построением матрицы бинарных переменных (табл. 1), в которую для порослевых дубрав дополнительно был включен ТЛУ С₂ (судубрава

свежая), тип леса сосняк дубовый (СДСН), представленные в лесном фонде региона 96 участками с преобладанием порослевого дуба общей площадью 186,3 га.

На основе сочетания приведенных в матрице значений переменных (X₁-X₁₀) с данными возраста и полноты дубового элемента леса был сформирован комплекс независимых переменных и получена множественная регрессионная модель (1) возрастной динамики средних высот [10]:

$$H_{cp} = \text{EXP}(-0,33588 + 0,385594 \times X_1 + 0,55097 \times X_2 + 0,424954 \times X_3 + 0,527568 \times X_4 + 0,50868 \times X_5 + 0,073369 \times X_6 + 0,323764 \times X_7 + 0,463866 \times X_8 + 0,423152 \times X_9 + 0,510781 \times X_{10} - 0,02778 \times \text{LN}(A) + 0,369551 \times (\text{LN}(A))^2 - 0,04743 \times (\text{LN}(A))^3 + 0,144304 \times \text{LN}(П)) \quad (1)$$

$$R^2 = 0,940; m_R = 0,1242; F = 22186$$

Высокий коэффициент детермина-

Таблица 1

Матрица бинарных переменных, характеризующих ТЛУ (ТЛ)

ТЛУ (ТЛ)	Фиктивные блоковые переменные									
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Д ₀ (ДОСЗЛ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Д ₁ (ДОС)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Д ₂ (ДСН)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Д ₂ П (ДПСВ)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Д ₃ (ДТ)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Д ₃ П (ДПВЛ)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Е ₀ (ДБРО)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Е ₁ (ДБКТ)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Е ₂ (ДБСВ)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
С ₂ (СДСН)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
С ₂ Д (ДОСН)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ции (R^2), равный 0,940, свидетельствует, что в 94 % случаев модель (1) соответствует реальным изменениям средней высоты от регрессоров (возраста, полноты, ТЛУ (ТЛ)), включенных в модель. Достоверность полученной модели подтверждается также большим значением критерия Фишера, равным 22186. Статистические показатели численных коэффициентов уравнения подтверждают значимость полученных регрессий [11].

Результаты моделирования по полученным регрессионным уравнениям представлены в табл. 2-3.

Расчеты выполнены для всех экологических ниш произрастания порослевых дубрав в Воронежской области в возрасте древостоев от 5 до 160 лет, полнотой от 0,3 до 1,0, доле участия дуба в составе древостоев от 1 до 10 ед. В табл. 2-3 показана динамика средних высот дубовых элементов леса порослевого происхождения при полнотах 1,0 и 0,3. Достоверность выполненного многофакторного моделирования подтверждается также и тем, что полученные регрессии находятся в пределах границ крайних классов бонитета – Ia и Va, приведенных, к сожалению, даже в современной нормативной литературе [6].

Синхронность кривых роста в высоту по ТЛУ (ТЛ) с кривыми возрастной динамики средних высот по общебонитировочной шкале в диапазоне от Ia до Va классов бонитета, также подтверждает достоверность статистических моделей хода роста дубовых древостоев во всем многообразии лесотипологических ниш их произрастания и в то же время свидетельствует об особенностях произрастания порослевых

дубовых древостоев, отличающихся от семенных, в условиях Воронежской области. Полученные по регрессионной модели (1) данные показывают уменьшение средних высот с ухудшением качества условий местообитания и уменьшения полноты древостоев.

Лучшим ростом в высоту характеризуется ТЛУ Д₂, в котором порослевые древостои дуба достигают к 160 годам высоты 29,7 м. Ближайшими к нему являются ТЛУ Д₃ (29,0 м), Д₃П (28,5 м) и, что опять несколько неожиданно С₂Д (28,6 м). С ухудшением качества эдактопов показатели роста в высоту уменьшаются: в ТЛУ Е₂ – до 27,3 м; в ТЛУ Д₂П и С₂ – до 26,2 м в 160 лет. Наиболее неблагоприятными условиями местообитания для порослевых дубрав в Воронежской области являются ТЛУ Д₀ и Е₀, что подтверждает их замедленный рост в высоту, где они к 160 годам достигают всего до 17,1 м и 18,4 м соответственно (табл. 2-3). Полученные данные приводятся впервые и позволяют численно анализировать, сравнивать и характеризовать различные условия местообитания таксационными показателями, произрастающих на них насаждений. Сопоставление средних высот всех ТЛУ и ТЛ с наибольшим из них в Д₂ (ДСН), мы можем сделать вывод, что в ТЛУ Д₃ (ТЛ ДТ) дубравы растут в высоту в среднем на 2,4 % хуже, в ТЛУ С₂Д (ТЛ ДОСН) – на 3,7 %, в ТЛУ Д₃П (ТЛ ДПВЛ) – на 4,0 %, в ТЛУ Е₂ – на 8,1 %, ТЛУ Д₂П (ТЛ ДПСВ) и С₂ (СДСН) – уже на 11,8 %, в ТЛУ Д₁ (ТЛ ДОС) – на 15,2 %, в ТЛУ Е₀ – на 38,0 % и в ТЛУ Д₀ – на 42,4%. Полученные результаты также подтверждают обоснованность

Лесотипологическая шкала средних высот порослевых дубрав Воронежской области.

Полнота 1,0

А, лет	Средние высоты по ТЛУ (ТЛ) порослевых дубрав, м										
	Д ₀ ДОСЗЛ	Д ₁ ДОС	Д ₂ ДСН	Д ₂ П ДПСВ	Д ₃ ДТ	Д ₃ П ДПВЛ	Е ₀ ДБРО	Е ₁ ДБКТ	Е ₂ ДБСВ	С ₂ СДСН	С ₂ Д ДОСН
5	1,5	2,1	2,5	2,2	2,5	2,4	1,6	2,0	2,3	2,2	2,4
10	2,7	3,9	4,6	4,1	4,5	4,4	2,9	3,7	4,2	4,1	4,4
15	3,9	5,7	6,7	5,9	6,6	6,5	4,2	5,4	6,2	5,9	6,5
20	5,1	7,4	8,8	7,7	8,6	8,4	5,4	7,0	8,1	7,7	8,4
25	6,2	9,1	10,7	9,5	10,5	10,3	6,7	8,5	9,8	9,4	10,3
30	7,2	10,6	12,5	11,1	12,3	12,0	7,8	10,0	11,5	11,0	12,1
35	8,2	12,1	14,2	12,6	13,9	13,6	8,8	11,3	13,1	12,5	13,7
40	9,1	13,4	15,8	13,9	15,4	15,2	9,8	12,6	14,5	13,9	15,2
45	9,9	14,6	17,3	15,2	16,9	16,5	10,7	13,7	15,8	15,2	16,6
50	10,7	15,8	18,6	16,4	18,2	17,8	11,5	14,8	17,0	16,4	17,9
55	11,4	16,8	19,8	17,5	19,3	19,0	12,3	15,8	18,2	17,4	19,0
60	12,1	17,7	20,9	18,4	20,4	20,1	13,0	16,7	19,2	18,4	20,1
65	12,6	18,6	21,9	19,3	21,4	21,0	13,6	17,5	20,1	19,3	21,1
70	13,2	19,4	22,9	20,2	22,3	21,9	14,2	18,2	21,0	20,1	22,0
75	13,7	20,1	23,7	20,9	23,2	22,7	14,7	18,9	21,7	20,9	22,8
80	14,1	20,8	24,5	21,6	23,9	23,5	15,2	19,5	22,5	21,6	23,5
85	14,5	21,4	25,2	22,2	24,6	24,1	15,6	20,1	23,1	22,2	24,2
90	14,9	21,9	25,8	22,8	25,2	24,8	16,0	20,6	23,7	22,7	24,8
95	15,2	22,4	26,4	23,3	25,8	25,3	16,4	21,0	24,2	23,2	25,4
100	15,5	22,8	26,9	23,7	26,3	25,8	16,7	21,4	24,7	23,7	25,8
105	15,8	23,2	27,4	24,1	26,7	26,2	17,0	21,8	25,1	24,1	26,3
110	16,0	23,5	27,8	24,5	27,1	26,6	17,2	22,1	25,4	24,4	26,7
115	16,2	23,8	28,1	24,8	27,5	27,0	17,4	22,4	25,8	24,7	27,0
120	16,4	24,1	28,4	25,1	27,8	27,3	17,6	22,7	26,1	25,0	27,3
125	16,5	24,3	28,7	25,3	28,0	27,5	17,8	22,9	26,3	25,3	27,6
130	16,7	24,5	28,9	25,5	28,3	27,8	18,0	23,1	26,5	25,5	27,8
135	16,8	24,7	29,2	25,7	28,5	27,9	18,1	23,2	26,7	25,7	28,0
140	16,9	24,9	29,3	25,9	28,6	28,1	18,2	23,4	26,9	25,8	28,2
145	17,0	25,0	29,5	26,0	28,8	28,2	18,3	23,5	27,0	25,9	28,3
150	17,1	25,1	29,6	26,1	28,9	28,4	18,3	23,6	27,1	26,0	28,4
155	17,1	25,1	29,7	26,2	29,0	28,4	18,4	23,6	27,2	26,1	28,5
160	17,1	25,2	29,7	26,2	29,0	28,5	18,4	23,7	27,3	26,2	28,6

Лесотипологическая шкала средних высот порослевых дубрав Воронежской области.

Полнота 0,3

А, лет	Средние высоты по ТЛУ (ТЛ) порослевых дубрав, м										
	Д ₀ ДОСЗЛ	Д ₁ ДОС	Д ₂ ДСН	Д _{2П} ДПСВ	Д ₃ ДТ	Д _{3П} ДПВЛ	Е ₀ ДБРО	Е ₁ ДБКТ	Е ₂ ДБСВ	С ₂ СДСН	С _{2Д} ДОСН
5	1,2	1,8	2,1	1,9	2,1	2,0	1,3	1,7	2,0	1,9	2,0
10	2,2	3,3	3,9	3,4	3,8	3,7	2,4	3,1	3,6	3,4	3,7
15	3,3	4,8	5,7	5,0	5,5	5,4	3,5	4,5	5,2	5,0	5,4
20	4,3	6,3	7,4	6,5	7,2	7,1	4,6	5,9	6,8	6,5	7,1
25	5,2	7,6	9,0	7,9	8,8	8,6	5,6	7,2	8,3	7,9	8,7
30	6,1	8,9	10,5	9,3	10,3	10,1	6,5	8,4	9,7	9,3	10,1
35	6,9	10,1	12,0	10,6	11,7	11,5	7,4	9,5	11,0	10,5	11,5
40	7,7	11,3	13,3	11,7	13,0	12,7	8,2	10,6	12,2	11,7	12,8
45	8,4	12,3	14,5	12,8	14,2	13,9	9,0	11,6	13,3	12,8	13,9
50	9,0	13,2	15,6	13,8	15,3	15,0	9,7	12,4	14,3	13,7	15,0
55	9,6	14,1	16,6	14,7	16,3	16,0	10,3	13,3	15,3	14,6	16,0
60	10,1	14,9	17,6	15,5	17,2	16,9	10,9	14,0	16,1	15,5	16,9
65	10,6	15,6	18,4	16,3	18,0	17,7	11,4	14,7	16,9	16,2	17,7
70	11,1	16,3	19,2	17,0	18,8	18,4	11,9	15,3	17,6	16,9	18,5
75	11,5	16,9	19,9	17,6	19,5	19,1	12,4	15,9	18,3	17,5	19,2
80	11,9	17,5	20,6	18,2	20,1	19,7	12,8	16,4	18,9	18,1	19,8
85	12,2	17,9	21,2	18,7	20,7	20,3	13,1	16,9	19,4	18,6	20,3
90	12,5	18,4	21,7	19,1	21,2	20,8	13,5	17,3	19,9	19,1	20,8
95	12,8	18,8	22,2	19,6	21,7	21,3	13,8	17,7	20,3	19,5	21,3
100	13,0	19,2	22,6	19,9	22,1	21,7	14,0	18,0	20,7	19,9	21,7
105	13,3	19,5	23,0	20,3	22,5	22,0	14,3	18,3	21,1	20,2	22,1
110	13,4	19,8	23,3	20,6	22,8	22,4	14,5	18,6	21,4	20,5	22,4
115	13,6	20,0	23,6	20,8	23,1	22,7	14,7	18,8	21,7	20,8	22,7
120	13,8	20,3	23,9	21,1	23,3	22,9	14,8	19,0	21,9	21,0	23,0
125	13,9	20,5	24,1	21,3	23,6	23,1	15,0	19,2	22,1	21,2	23,2
130	14,0	20,6	24,3	21,5	23,8	23,3	15,1	19,4	22,3	21,4	23,4
135	14,1	20,8	24,5	21,6	23,9	23,5	15,2	19,5	22,5	21,6	23,5
140	14,2	20,9	24,6	21,7	24,1	23,6	15,3	19,6	22,6	21,7	23,7
145	14,3	21,0	24,8	21,8	24,2	23,7	15,4	19,7	22,7	21,8	23,8
150	14,3	21,1	24,9	21,9	24,3	23,8	15,4	19,8	22,8	21,9	23,9
155	14,4	21,1	24,9	22,0	24,4	23,9	15,5	19,9	22,9	21,9	24,0
160	14,4	21,2	25,0	22,0	24,4	24,0	15,5	19,9	22,9	22,0	24,0

выделения экотипов (нагорных, байрачных и пойменных) дубрав и численно отражают, в данном случае на основе средних высот, влияние на их значения влажности почв. Так, с ухудшением влажности почв в нагорных дубравах скорость роста в высоту существенно уменьшается: в ТЛУ Д₁ и Д₀ на 15,2 % и 42,4 % по сравнению с Д₂ соответственно; на 13,2 % и 32,6 % в ТЛУ Е₁ и Е₀ по сравнению с ТЛУ Е₂; на 8,1 % в ТЛУ Д₂П по сравнению с ТЛУ Д₃П.

Результаты моделирования средних высот для каждого ТЛУ (ТЛ) при полноте 0,3 приведенные в табл. 3, говорят о наличии существенной зависимости средней высоты от полноты изучаемых древостоев, что в применяемых в настоящее время нормативах практически не учитывается [5, 6, 11] из-за отсутствия соответствующих данных. Расчеты показывают, что различия в средних высотах древостоев в пределах одного ТЛУ с изменением полноты от 1,0 до 0,3 достигают 15,8 % – 16,1 %, в абсолютных показателях – от 2,9 м в ТЛУ Е₀ до 4,7 м в ТЛУ Д₂, что весьма значительно и оказывает влияние как на точность определения запаса древесины в древостое, так и на значение класса бонитета при проводимой в настоящее время инвентаризации.

В результате проведенных исследований нами получены модели и лесотипологические шкалы возрастной динамики средних высот по ТЛУ и соответствующим им ТЛ в диапазоне от 5 до 160 лет, которые позволяют дифференцировать многомерной регрессией (1) все экологические ниши произрастания порослевых дубовых древостоев в Воронежской области. Пред-

ставленные лесотипологические шкалы средних высот наглядно свидетельствуют о четкой дифференциации линий регрессий относительно принятой типологической классификации, позволяют выявить закономерности роста по трофотопам, а также по экотипам дубрав, а в пределах трофотопов и экотипов – по гигротопам. Также, полученные модели свидетельствуют о том, что возрастная динамика средней высоты в разных лесотипологических условиях существенно зависит от возраста и полноты.

Высший уровень продуктивности древостоев соответствует дубнякам снытьевым (ДСН), произрастающим в ТЛУ дубрава свежая (Д₂), низший – дубнякам осок-злаковым (ДОСЗЛ), ТЛУ – дубрава очень сухая (Д₀).

Анализ результатов исследований и данных моделирования роста порослевых дубрав Воронежской области показал, что в пределах каждого ТЛУ (ТЛ) имеет место тот или иной разбег высот. Поэтому с целью повышения точности оценки растущего леса при его отводе или инвентаризации нами предлагается ввести классы высот величиной 1 метр в 50-летнем возрасте древостоев, что позволит значительно уменьшить случайную и систематическую ошибки при оценке конкретных участков не менее чем в 2 раза по сравнению с существующими нормативами, и довести их значения до $\pm 5-8\%$ и $\pm 2-3\%$ соответственно при 95 % уровне вероятности.

В качестве примера рассмотрим динамику роста в высоту наиболее характерного и представленного в регионе для порослевых дубрав ТЛУ (ТЛ) - Д₂ (ДСН).

$$H = \text{EXP}(-0,33588 + 0,55097 \times X_2 - 0,02778 \times \text{LN}(A) + 0,369551 \times (\text{LN}(A))^2 - 0,04743 \times (\text{LN}(A))^3 + 0,144304 \times \text{LN}(\Pi)) \quad (2)$$

$$R^2 = 0,940; m_R = 0,1242; F = 22186.$$

Расчеты показывают, что разброс высот относительно полученной кривой весьма значителен и в 50-летнем возрасте составляет 10 м (13-23 м), что нельзя не принять во внимание при разработке новой системы нормативов на основе экологического подхода к инвентаризации лесов и обходится при оценке данных древостоев только значениями одной выравненной кривой было не правильно.

Следует отметить, что у порослевых дубрав разбег высот также как и у семенных зависит от качества условий местообитания и в 50-летнем возрасте составляет: в ТЛУ D_0 – 7 м (6-13 м); в ТЛУ D_1 – 14 м (7-21 м); в ТЛУ D_2 – 15 м (7-22 м); в ТЛУ D_3 – 8 м (13-21 м); в ТЛУ $D_2\Pi$ – 8 м (11-19 м); в ТЛУ $D_3\Pi$ – 10 м (13-23 м); в ТЛУ C_2 – 6 м (14-20 м); в ТЛУ $C_2Д$ – 11 м (12-23 м); в ТЛУ E_0 – 7 м (8-15 м); в ТЛУ E_1 – 9 м (8-17 м); в ТЛУ E_2 – 11 м (10-21 м); Поэтому нами для всех экологических ниш произрастания порослевых дубрав (табл. 2), исходя из необходимости повышения точности их оценки, было выполнено нормирование значений средних высот, полученных с помощью регрессионного уравнения (1), их значениями в 50-летнем возрасте, начиная с 5 м с шагом 1 м и получены коэффициенты, показывающие долю высот в любом возрасте к ее нормировочному значению. Ум-

ножением полученных коэффициентов на соответствующие средние высоты древостоев в 50-летнем возрасте получили лесотипологическую шкалу классов высот порослевых дубрав Воронежской области для полноты 1,0 табл. 4).

Полученные в табл. 4 данные охватывают диапазон высот от 5 до 25 м, отражая динамику хода роста изучаемых древостоев 20 классами высот, против 7 – бонитировочной шкалы М.М. Орлова и 5 – в применяемых таблицах хода роста [4, 5], что однозначно свидетельствует о повышении точности оценки порослевых дубовых древостоев Воронежской области, при использовании предлагаемых нами подходов к их экологической таксации.

Заключение. В результате проведенных исследований получены модели и лесотипологические шкалы возрастной динамики средних высот и классов высот по ТЛУ и соответствующим им ТЛ естественных порослевых дубрав Воронежской области, которые позволили многомерной регрессией дифференцировать экологическую нишу произрастания изучаемых древостоев разной полноты и доле участия главной породы в составе.

Проведенные исследования и полученные результаты послужили основой для разработки новой экологически обоснованной системы нормативов для инвентаризации и оценки порослевых дубовых древостоев Воронежской области.

Лесотипологическая шкала классов высот семенных дубрав Воронежской области.

Полнота 1,0.

А, лет	Классы высот при средней высоте порослевых дубрав в 50 лет, м											
	5	6	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16
5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2
10	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,7	4,0
15	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,8
20	2,4	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1	7,6
25	2,9	3,5	4,0	4,6	5,2	5,8	6,3	6,9	7,5	8,1	8,7	9,2
30	3,4	4,1	4,7	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,8	9,5	10,1	10,8
35	3,8	4,6	5,4	6,1	6,9	7,7	8,4	9,2	10,0	10,7	11,5	12,3
40	4,3	5,1	6,0	6,8	7,7	8,5	9,4	10,2	11,1	11,9	12,8	13,6
45	4,6	5,6	6,5	7,4	8,4	9,3	10,2	11,1	12,1	13,0	13,9	14,9
50	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
55	5,3	6,4	7,5	8,5	9,6	10,7	11,7	12,8	13,9	14,9	16,0	17,1
60	5,6	6,8	7,9	9,0	10,1	11,3	12,4	13,5	14,6	15,8	16,9	18,0
65	5,9	7,1	8,3	9,4	10,6	11,8	13,0	14,2	15,4	16,5	17,7	18,9
70	6,2	7,4	8,6	9,8	11,1	12,3	13,5	14,8	16,0	17,2	18,5	19,7
75	6,4	7,7	8,9	10,2	11,5	12,8	14,0	15,3	16,6	17,9	19,1	20,4
80	6,6	7,9	9,2	10,5	11,9	13,2	14,5	15,8	17,1	18,5	19,8	21,1
85	6,8	8,1	9,5	10,8	12,2	13,6	14,9	16,3	17,6	19,0	20,3	21,7
90	6,9	8,3	9,7	11,1	12,5	13,9	15,3	16,7	18,1	19,5	20,8	22,2
95	7,1	8,5	9,9	11,4	12,8	14,2	15,6	17,0	18,5	19,9	21,3	22,7
100	7,2	8,7	10,1	11,6	13,0	14,5	15,9	17,4	18,8	20,3	21,7	23,2
105	7,4	8,8	10,3	11,8	13,2	14,7	16,2	17,7	19,1	20,6	22,1	23,6
110	7,5	9,0	10,5	11,9	13,4	14,9	16,4	17,9	19,4	20,9	22,4	23,9
115	7,6	9,1	10,6	12,1	13,6	15,1	16,6	18,2	19,7	21,2	22,7	24,2
120	7,7	9,2	10,7	12,2	13,8	15,3	16,8	18,4	19,9	21,4	23,0	24,5
125	7,7	9,3	10,8	12,4	13,9	15,4	17,0	18,5	20,1	21,6	23,2	24,7
130	7,8	9,3	10,9	12,5	14,0	15,6	17,1	18,7	20,3	21,8	23,4	24,9
135	7,8	9,4	11,0	12,5	14,1	15,7	17,3	18,8	20,4	22,0	23,5	25,1
140	7,9	9,5	11,0	12,6	14,2	15,8	17,4	18,9	20,5	22,1	23,7	25,2
145	7,9	9,5	11,1	12,7	14,3	15,9	17,4	19,0	20,6	22,2	23,8	25,4
150	8,0	9,6	11,1	12,7	14,3	15,9	17,5	19,1	20,7	22,3	23,9	25,5
155	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0	17,6	19,2	20,8	22,4	23,9	25,5
160	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0	17,6	19,2	20,8	22,4	24,0	25,6

Природопользование

Окончание таблицы 4

А, лет	Классы высот при средней высоте порослевых дубрав в 50 лет, м								
	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4
10	4,2	4,5	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2
15	6,2	6,5	6,9	7,3	7,6	8,0	8,3	8,7	9,1
20	8,0	8,5	9,0	9,5	9,9	10,4	10,9	11,3	11,8
25	9,8	10,4	11,0	11,5	12,1	12,7	13,3	13,9	14,4
30	11,5	12,2	12,8	13,5	14,2	14,9	15,5	16,2	16,9
35	13,0	13,8	14,6	15,3	16,1	16,9	17,6	18,4	19,2
40	14,5	15,3	16,2	17,0	17,9	18,7	19,6	20,4	21,3
45	15,8	16,7	17,6	18,6	19,5	20,4	21,4	22,3	23,2
50	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
55	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,4	24,5	25,6	26,6
60	19,1	20,3	21,4	22,5	23,6	24,8	25,9	27,0	28,1
65	20,1	21,3	22,4	23,6	24,8	26,0	27,2	28,3	29,5
70	20,9	22,2	23,4	24,6	25,9	27,1	28,3	29,5	30,8
75	21,7	23,0	24,3	25,5	26,8	28,1	29,4	30,6	31,9
80	22,4	23,7	25,0	26,4	27,7	29,0	30,3	31,6	33,0
85	23,0	24,4	25,8	27,1	28,5	29,8	31,2	32,5	33,9
90	23,6	25,0	26,4	27,8	29,2	30,6	32,0	33,3	34,7
95	24,1	25,6	27,0	28,4	29,8	31,2	32,7	34,1	35,5
100	24,6	26,1	27,5	28,9	30,4	31,8	33,3	34,7	36,2
105	25,0	26,5	28,0	29,4	30,9	32,4	33,9	35,3	36,8
110	25,4	26,9	28,4	29,9	31,4	32,9	34,4	35,8	37,3
115	25,7	27,2	28,7	30,3	31,8	33,3	34,8	36,3	37,8
120	26,0	27,5	29,1	30,6	32,1	33,7	35,2	36,7	38,3
125	26,3	27,8	29,4	30,9	32,4	34,0	35,5	37,1	38,6
130	26,5	28,0	29,6	31,2	32,7	34,3	35,8	37,4	38,9
135	26,7	28,2	29,8	31,4	32,9	34,5	36,1	37,6	39,2
140	26,8	28,4	30,0	31,6	33,1	34,7	36,3	37,9	39,4
145	27,0	28,5	30,1	31,7	33,3	34,9	36,5	38,1	39,6
150	27,1	28,7	30,2	31,8	33,4	35,0	36,6	38,2	39,8
155	27,1	28,7	30,3	31,9	33,5	35,1	36,7	38,3	39,9
160	27,2	28,8	30,4	32,0	33,6	35,2	36,8	38,4	40,0

Библиографический список

1. Царалунга, В. В. Санитарные рубки в дубравах: обоснование и оптимизация [Текст] / В. В. Царалунга. – М. : МГУЛ, 2003. – 240 с.
2. Бугаев, В. А. Дубравы лесостепи [Текст] : монография / В. А. Бугаев, А. Л. Мусиевский, В. В. Царалунга ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2013. – 247 с.
3. Мусиевский, А. Л. Динамика лесистости и структуры лесного фонда Воронежской области [Текст] / А. Л. Мусиевский // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3. – С. 13-21.
4. Орлов, М. М. Лесная вспомогательная книжка [Текст] / М. М. Орлов / 6-е изд. – М. : Государственное техническое издательство, 1928. – 759 с.
5. Общесоюзные нормативы для таксации лесов [Текст] / В. В. Загребев, В. И. Сухих, А. З. Швиденко, Н. Н. Гусев, А. Г. Мошкалев. – М. : Колос, 1992. – 495 с.
6. Швиденко, А. З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии [Текст] / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепаченко, С. Нильссон, Ю. И. Булуй. – М., 2006. – 803 с.
7. Хлюстов, В. К. Лесотипологические шкалы хода роста березовых древостоев Калининградской области [Текст] / В. К. Хлюстов, Л. С. Мурачева // Вестник Саратовского ГАУ имени Н. И. Вавилова. – 2011. – № 6. – С. 42-45.
8. Погребняк, П. С. Основы лесной типологии [Текст] / П. С. Погребняк / 2 изд. – К., 1955. – 346 с.
9. Лесной план Воронежской области [Текст]. – Воронеж, 2008. – Книга 1. – 309 с., Книга 2 – 272 с.
10. Хлюстов, В. К. Ход роста и товарная продуктивность сосновых древостоев центрального лесотаксационного района Российской Федерации: Лесотаксационный справочник [Текст] : учеб. пособие / В. К. Хлюстов, М. М. Устинов. – М. : Издательство РГАУ_МСХА, 2013. – 95 с.
11. Мусиевский, А. Л. Таксация лесных сортиментов [Текст] : справочник / А. Л. Мусиевский; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2011. – 228 с.
12. Хлюстов, В. К. Математические методы в расчетах на ЭВМ: применение в лесоуправлении и экологии [Текст] : учеб. для лесных вузов / В. К. Хлюстов, Ю. Ю. Герасимов. – М. : МГУЛ, 2001. – 260 с.

References

1. Tsaralunga V.V. Sanitary cuttings in oak forests: justification and optimization [Tsaralunga V.V. Sanitarnye rubki v dubravah: obosnovanie i optimizacija]. Moscow, 2003, 240 p. (In Russian).
2. Bugaev V.A., Musievsky A.L., Tsaralunga V.V. Oak forests of forest steppe [Bugaev V.A., Musievsky A.L., Tsaralunga V.V. Dubravy lesostepi]. Voronezh, 2013, 247 p. (In Russian).
3. Musievsky A.L. Dynamics of forest cover and forest fund structure of Voronezh region [Musievsky A.L. Dinamika lesistosti i struktury lesnogo fonda Voronezhskoj oblasti]. *Lesotekhni-*

cheskii zhurnal, 2013, no. 3. pp. 13-21. (In Russian).

4. Orlov M.M. Forestry auxiliary book [Orlov M.M. Lesnaja vspomogatel'naja knizhka]. Moscow, 1928. 759 p. (In Russian).

5. Zagreev V.V., Sukhikh V.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., Moshkalev A.G. Union-wide standards for forest inventory [Zagreev V.V., Sukhikh V.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., Moshkalev A.G. Obshhesojuznye normativy dlja taksacii lesov]. Moscow, Kolos, 1992, 495 p. (In Russian).

6. Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nilsson S., Buluy Y.I. Tables and model of growth progress and productivity of plantations of the main tree species of Northern Eurasia [Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nilsson S., Buluy Y.I. Tablicy i modeli hoda rosta i produktivnosti nasazhdenij osnovnyh lesoobrazujushhijh porod Severnoj Evrazii]. Moscow, 2006, 803 p. (In Russian).

7. Khlyustov V.K., Muracheva L.S. Forestry typological scales of growth progress birch stands of Kaliningrad region [Khlyustov V.K., Muracheva L.S. Lesotipologicheskie shkaly hoda rosta berezovyh drevostoev Kaliningradskoj oblasti]. *Vestnik Saratovskogo GAU imeni N. I. Vavilova – Bulletin of Saratov State Agrarian University named after NI Vavilov*, 2011, no. 6, pp. 42-45. (In Russian).

8. Pogrebnyak P.S. Fundamentals of forest typology [Pogrebnyak P.S. Osnovy lesnoj tipologii]. Kiev, 1955, 346 p. (In Russian).

9. Forest Plan of Voronezh region [Lesnoj plan Voronezhskoj oblasti]. Voronezh, 2008. Book 1 - 309 p., Book 2– 272 pp. (In Russian).

10. Khlyustov V.K., Ustinov M.M. Course of growth and commodity productivity of pine stands of the central forest taxation district of the Russian Federation: forest inventory directory: a tutorial [Khlyustov V.K., Ustinov M.M. Hod rosta i tovarnaja produktivnost' sosnovykh drevostoev central'nogo lesotaksacionnogo rajona Rossijskoj Federacii: Lesotaksacionnyj spravochnik]. Moscow, 2013, 95 p. (In Russian).

11. Musievsky A.L. Taxation of forest assortments [Musievsky A.L. Taksacija lesnyh sortimentov]. Voronezh, 2011, 228 p. (In Russian).

12. Khlyustov V.K., Gerasimov Y.Y. Mathematical methods in computer calculations: application in forest management and ecology: A Textbook for forestry universities [Khlyustov V.K., Gerasimov Y.Y. Matematicheskie metody v raschetah na JeVM: primenenie v leso-upravlenii i je-kologii]. Moscow, 2001, 260 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Хлюстов Виталий Константинович – заведующий кафедрой лесоводства ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А Тимирязева», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: vitakhlustov@mail.ru.

Мусиевский Александр Леонидович – доцент кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lesovod_taks@vglta.vrn.ru.

Information about authors

Khlyustov Vitaly Konstantinovich – Head of the Department of Forestry of FSBEI HPO «Russian State Agrarian University - MAA named after KA Timiyazev», DSc in Agriculture, Professor, Academician of RANS, Moscow, Russian Federation; e-mail: vitakhlustov@mail.ru.

Musievsky Aleksandr Leonidovich – Associate Professor of Selections and Seed Production Department of FSBEI HPO «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I», PhD in Agriculture, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: lesovod_taks@vglta.vrn.ru.

DOI: 10.12737/6277

УДК 630*561: 551.521

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

кандидат биологических наук **С. В. Щетинкин**¹

кандидат биологических наук, доцент **Н. А. Щетинкина**²

1 – Филиал ФБУ «Рослесозащита»-«ЦЗЛ Воронежской области»,

г. Воронеж, Российская Федерация

2 – ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная медицинская академия»,

г. Воронеж, Российская Федерация

Показано, что общая направленность процессов ксилогенеза дуба в условиях радиоактивного загрязнения соответствует закономерностям, установленным ранее исследователями для дубовых насаждений Центральной лесостепи. Облучение, преимущественно короткоживущими изотопами иода, обусловило изменение активности латеральной меристемы древесных растений – камбия. Воздействие имело относительно короткий временной интервал и затрагивало преимущественно ксилогенез ранней древесины независимо от возраста формирующегося слоя древесины. Результатом аномальной активности камбия явилось снижение радиального прироста ранней древесины дуба в 1986 году и увеличение – в поставарийном 1987 году. Выявленные кратковременные (2-3 года) нарушения динамики радиального прироста характерны ранней и поздней древесине как на онтогенетически, так и на экологически обусловленных этапах развития древесины дуба. Существенное увеличение средней ширины годичного слоя дефинитивной древесины в 8-летний послеаварийный период, является также, в какой-то степени, результатом радиационного воздействия в 1986 году. Определение коэффициента повторяемости поздней древесины до и после аварии свидетельствует о его увеличении в 8-летний послеаварийный период во всех 4 изученных вариантах. При этом, с увеличением возраста годичного кольца древесины возрастает и значение коэффициента, достигая максимальных величин в возрасте 72-87 лет (0.71-0.83). Определение коэффициента корреляции между приростами ранней и поздней древесины от общего прироста до и после аварийного года показало, что имеет место его уменьшение после радиационного воздействия. У дуба с завершением переходного этапа формирования (же-