

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 47–56.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1 (88). P. 47–56.

Научная статья

УДК 630*624.4

DOI: 10.51318/FRET.2023.88.1.004

ОБОСНОВАНИЕ ЭТАЛОНОВ ПОЛНОТЫ И ЗАПАСА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ СРЕДНЕГО УРАЛА

Зуфар Ягфарович Нагимов¹, Ирина Владимировна Шевелина², Валерий Зуфарович Нагимов³,
Ирина Николаевна Артемьева⁴, Галина Викторовна Анчугова⁵

¹⁻⁵ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Зуфар Ягфарович Нагимов,
nagimovzy@m.usfeu.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке более дифференцированных эталонов полноты и запасов сосновых насаждений в условиях Среднего Урала. Обосновано применение возраста древостоев в качестве одного из «входов» в стандартную таблицу. Установлено, что абсолютная полнота древостоев при фиксированной высоте с возрастом связана более тесно (корреляционные отношения η варьируют в пределах от $-0,55$ до $-0,67$), чем с классом бонитета ($\eta = 0,40 \dots 0,53$). На основе разработанных уравнений зависимости предельных значений абсолютной полноты и видовой высоты древостоев от их возраста и средней высоты составлена стандартная таблица сумм площадей сечений и запасов при полноте 1,0. Данные этой таблицы показывают, что при одинаковых средних высотах нормальные значения абсолютной полноты и запасов существенно снижаются с увеличением возраста древостоев. В частности, при равных средних высотах сумма площадей сечений 40-летних древостоев на 24,2–28,4 % выше по сравнению с таковыми у 120-летних. Следовательно, при одинаковых значениях средней высоты и суммы площадей сечений относительная полнота более молодых насаждений характеризуется существенно меньшими значениями, чем насаждений старшего возраста. Необходимость учета данного обстоятельства при хозяйственной деятельности в лесу, проектировании и осуществлении лесохозяйственных мероприятий не вызывает сомнений. Установлено, что действующая стандартная таблица при таксации сосновых насаждений, за исключением старовозрастных сосняков низкой и средней производительности, завышает относительную полноту. Причем это завышение тем значительнее, чем моложе насаждения и лучше условия их произрастания.

Ключевые слова: сосновые насаждения, эталоны полноты, стандартная таблица, абсолютная полнота, видовая высота, запас

Для цитирования: Обоснование эталонов полноты и запаса сосновых древостоев Среднего Урала / З. Я. Нагимов, И. В. Шевелина, В. З. Нагимов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 47–56.

Original article

SUBSTANTIATION OF STANDARDS OF COMPLETENESS AND STOCK OF PINE STANDS OF THE MIDDLE URALS

Zufar Ya. Nagimov¹, Irina V. Shevelina², Valery Z. Nagimov³,
Irina V. Artemyeva⁴, Galina V. Anchugova⁵

¹⁻⁵ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Zufar Ya. Nagimov,
nagimovzy@m.usfeu.ru

Abstract. The article is devoted to the development of more differentiated standards of fullness and reserves of pine plantations in the conditions of the Middle Urals. The use of the age of stands as one of the “inputs” to the standard table is justified. It was found that the absolute completeness of stands at a fixed height is more closely related to age (correlation ratios η vary from $-0,55$ to $-0,67$) than with the class of bonit ($\eta = 0,40 \dots 0,53$). Based on the developed equations for the dependence of the maximum values of absolute completeness and specific height of stands on their age and average height, a standard table of the sums of cross-sectional areas and stocks at a completeness of 1,0 is compiled. The data of this table show that at the same average heights, the normal values of absolute completeness and stocks decrease significantly with increasing age of stands. In particular, with equal average heights, the sum of the cross-sectional areas of 40-year-old stands is 24,2–28,4 % higher compared to 120-year-old ones. Consequently, with the same values of the average height and the sum of the cross-section areas, the relative completeness of younger plantings is characterized by significantly lower values than older plantings. The need to take into account this circumstance in economic activity in the forest, the design and implementation of forestry measures is beyond doubt. It is established that the current standard table for the taxation of pine plantations, with the exception of old-age pine forests of low and medium productivity, overestimates the relative completeness. Moreover, this overestimation is all the more significant, the more numerous the plantings and the better the conditions of their growth.

Keywords: pine plantations, standards of completeness, standard table, absolute completeness, specific height, stock

For citation: Substantiation of standards of completeness and stock of pine stands of the Middle Urals / Z. Ya. Nagimov, I. V. Shevelina, V. Z. Nagimov [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1 (88). P. 47–56.

Введение

В настоящее время на Урале при таксации лесов применяется стандартная таблица, в которой суммы площадей сечений и запасы дифференцированы только по породе и средней высоте древостоев (Основные положения..., 1995). При лесооценочных работах с применением этого норматива не могут быть учтены в полной мере характер роста древесных пород, а также специфика среды и условий местопроизрастания. В этой связи при использовании данной стандартной таблицы часто

относительная полнота оказывается существенно выше единицы, а в насаждениях с максимальной сомкнутостью крон деревьев – намного ниже предельного значения. Эту проблему в нашей стране, как правило, решают разработкой более дифференцированных местных нормативов полноты, «входами» в которые наряду с породой и средней высотой древостоев используются некоторые другие показатели. Составление подобных таблиц является актуальной задачей и для насаждений Среднего Урала.

Цель, задача, методика и объекты исследований

Основная цель исследования заключалась в изучении зависимостей видовых высот и максимальных значений сумм площадей сечений сосновых древостоев от их таксационных характеристик и разработке на этой основе более корректной стандартной таблицы.

Методической основой в работе послужили закономерности изменения абсолютной полноты и видовой высоты древостоев в зависимости от онтогенетических и эколого-ценотических факторов, выявленные нами ранее в ходе моделирования роста и разработки многовариантных таблиц динамики таксационных показателей сосновых насаждений (Нагимов, 2000; Нормативно-справочные материалы..., 2002). Указанная таблица разработана на экспериментальном материале более 250 пробных площадей, заложенных в сосняках естественного происхождения и охватывающих насаждения в возрасте от 14 до 145 лет, с долей участия сосны в составе не менее 7 ед. и относительной полнотой от 0,65 и более. В составленной отдельно по классам бонитета таблице основные характеристики древостоев для каждого десятилетия возраста представлены в зависимости от их густоты. Причем в каждом конкретном возрасте охвачен максимально возможный диапазон изменения количества деревьев в исследуемых сосняках. Поэтому ее данные позволяют исследовать зависимость предельных значений абсолютной полноты от разных таксационных показателей насаждений и другие взаимосвязи между характеристиками древостоев, необходимые для построения стандартной таблицы.

Следует отметить, что при составлении нормативов высшей полноты, как правило, используются два метода, каждый из которых имеет как достоинства, так и недостатки. Первый из них предполагает установление критериев нормальности на основе средних значений абсолютной полноты и их стандартных отклонений (Вагин, 1976; Анучин, 1982 и др.). Второй (его называют еще классическим) базируется на использовании сумм площадей сечений и запасов наиболее полных древостоев, встречающихся в природе (Свалов, 1975; Загреев, 1978,

Лесотаксационный справочник..., 1991; Нагимов, 2011 и др.).

Нами при разработке стандартной таблицы использован второй метод. На основе материалов вышеуказанной многовариантной таблицы динамики таксационных показателей сосновых насаждений был организован общий для всех классов бонитета выборочный массив данных, включающий в каждом десятилетии возраста предельные значения абсолютной полноты и соответствующие им средние высоты и видовые высоты древостоев.

Математико-статистическая обработка данных, описание парных и множественных зависимостей проводились с использованием статистико-графического пакета SYSTAT-5,0. Оценка разрабатываемых уравнений осуществлялась на основе коэффициента детерминации, среднеквадратической ошибки и достоверности констант по критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждения

В настоящее время при составлении стандартных таблиц с целью повышения их точности многие исследователи признают целесообразным использовать в качестве входов среднюю высоту и класс бонитета насаждений (Вагин, 1976; Загреев, 1978; Анучин, 1982; Справников, 1990; Лесотаксационный справочник..., 1991 и др.). Следует отметить, что этот норматив используется не только при инвентаризации насаждений, но и при ведении хозяйства в лесу. В частности, относительная полнота яруса, определенная по стандартной таблице, является одним из основных показателей при назначении рубок ухода в неспелых древостоях. В этой связи с лесоводственно-биологических позиций эталоны полноты более корректно и обоснованно устанавливать с учетом возраста древостоев. Интенсивность ростовых процессов, дифференциации деревьев и самоизреживания древостоев при прочих фиксированных условиях в значительной степени определяется их возрастом. От данного показателя главным образом зависят характер и интенсивность хозяйственных мероприятий в лесу. Поэтому количественные критерии полноты, рассчитанные и обоснованные с учетом среднего возраста и средней высоты древостоев, на наш взгляд,

безусловно, имеют право на существование. Подтверждение этому выводу можно найти и в работах других исследователей (Немич, 1997; Кузьмичев, 2013).

С учетом характера зависимости сумм площадей сечений $\sum G$ от средних значений возраста и высоты по всему организованному ранее выборочно-му массиву данных получено следующее уравнение:

$$\begin{aligned} \sum G = & 2,865 + 0,711 \ln H + 0,112 \ln 2H - 0,445 \ln A - \\ & - 0,072 \ln^2 A - 0,133 \ln H \ln A, \quad (1) \\ t_0 = & 79,6, t_1 = 20,1, t_2 = 6,4, t_3 = 13,9, t_4 = 6,1, \\ t_5 = & 5,0, R^2 = 0,988, \delta = \pm 2,7 \%, \end{aligned}$$

где $\sum G$ – максимальные значения суммы площадей сечений, древостоев, м²/га; H – средняя высота древостоев, м; A – средний возраст древостоев, лет; R^2 – коэффициент детерминации; δ – среднеквадратическая ошибка, %; t – критерий Стьюдента.

Уравнение (1) характеризуется незначительной среднеквадратической ошибкой и высоким коэффициентом детерминации. Однако на основе его статистических показателей суждение о тесноте зависимости суммы площадей сечений древостоев от их возраста и высоты будет некорректным. Для вычисления уравнения, как отмечалось выше, использовались табличные (выравненные) данные. Основное назначение его – получение согласованных по грациям возраста линий изменения сумм площадей сечений от высоты древостоев. По значениям критерия Стьюдента при независимых переменных можно отметить, что в объяснение изменчивости абсолютной полноты древостоев их высота вносит более весомый вклад, чем возраст.

В настоящее время при оценке динамики запасов наиболее технологичным приемом признается использование в расчетах видовых высот. Причем если раньше для этих целей применялась прямолинейная зависимость видовой высоты от высоты древостоев, то в последние десятилетия успешно применяются уравнения нелинейного типа (Ефремова, 1918; Кулакова, 2019) и многомерные уравнения, передающие связь этого показателя с несколькими факторами (Немич, 1997). Поэтому для оценки запасов нами разработано уравнение зависимости видовой высоты древостоев от их высоты

и возраста. Оно характеризуется следующими статистическими показателями:

$$\begin{aligned} HF = & 0,3358 + 0,4556H + 0,01361A - 0,0006AH, \quad (2) \\ R^2 = & 0,997, \delta = \pm 1,5 \%, \end{aligned}$$

где HF – видовая высота древостоев, м.

Уравнение (2), как и уравнение (1), составлено на основе табличных данных для получения согласованных по возрасту линий изменения видовой высоты древостоев от их средней высоты. Поэтому анализ его статистических показателей большого интереса не вызывает.

Табулированием уравнений (1) и (2) определены максимальные суммы площадей сечений и видовые высоты древостоев для различных сочетаний их возраста и высоты. Причем предварительно на основе графического анализа эмпирических данных для каждого конкретного возраста устанавливались пределы изменения средних высот. Нормальные запасы M определялись как произведения сумм площадей сечений и видовых высот. Результаты соответствующих расчетов сведены в табл. 1. Они представляют собой нормальные значения абсолютной полноты и запасов сосновых древостоев Среднего Урала. Приступая к анализу полученных материалов, следует отметить, что нет оснований считать стандартную таблицу, составленную по высоте и возрасту, более сложной в применении, чем составленную по высоте и классу бонитета. При использовании на практике как первой, так и второй таблицы необходимо определить среднюю высоту и возраст древостоев.

Известно, что при фиксированной средней высоте возраст и класс бонитета лесных насаждений между собой жестко увязаны общепониманной шкалой М. М. Орлова. Поэтому правомерно ожидать, что стандартные таблицы, составленные с учетом классов бонитета и возраста древостоев, будут обеспечивать примерно одинаковую точность. Однако, как известно, шкала классов бонитета не отражает действительного хода роста древостоев. Это чисто условная квалификационная система насаждений. На наш взгляд, использование наряду с высотой древостоев их возраста обеспечит более корректную оценку характера изменения суммы площадей сечений таксированных насаждений.

Таблица 1
Table 1

Суммы площадей сечений (м²), видовые высоты и запасы (м³) древостоев по высоте и возрасту при полноте 1,0
Sums of cross-sectional areas (m²), specific heights and stocks (m³) of stands by height and age at fullness 1.0

Высота, М Height, m	Возраст, лет Age, years																		
	20			40			60			80			100			120			
	ΣG	HF	M	ΣG	HF	M	ΣG	HF	M	ΣG	HF	M	ΣG	HF	M	ΣG	HF	M	
3	14,2	1,89	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	16,7	2,38	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	19,2	2,82	54	16,9	3,03	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	21,8	3,27	71	18,9	3,46	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	24,4	3,71	91	20,8	3,89	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	27,0	4,15	112	22,7	4,32	98	21,2	4,56	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	29,6	4,59	136	24,6	4,75	117	22,9	4,91	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	32,2	5,04	162	26,6	5,18	138	24,5	5,33	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	28,5	5,61	160	26,2	5,75	151	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	30,5	6,04	184	27,8	6,17	172	26,4	6,29	166	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	32,4	6,48	210	29,5	6,58	194	27,9	6,69	187	27	6,80	184	-	-	-	-
14	-	-	-	34,4	6,91	238	31,1	7,00	218	29,4	7,10	209	28,4	7,19	204	27,7	7,29	202	202
15	-	-	-	36,4	7,34	267	32,8	7,42	243	30,9	7,50	232	29,8	7,59	226	29,0	7,67	222	222
16	-	-	-	38,4	7,77	298	34,5	7,84	270	32,4	7,91	256	31,2	7,98	249	30,3	8,05	244	244
17	-	-	-	40,4	8,20	331	36,2	8,25	298	33,9	8,31	282	32,6	8,37	273	31,6	8,43	266	266
18	-	-	-	42,4	8,63	366	37,9	8,67	328	35,4	8,72	309	34,0	8,76	298	33,0	8,81	291	291
20	-	-	-	-	-	-	41,3	9,51	393	38,5	9,53	367	36,7	9,55	350	35,6	9,57	341	341
22	-	-	-	-	-	-	44,7	10,34	462	41,5	10,34	429	39,5	10,33	408	38,2	10,33	395	395
24	-	-	-	-	-	-	48,2	11,18	539	44,6	11,15	497	42,4	11,12	471	40,8	11,09	452	452
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,7	11,96	570	45,2	11,90	538	43,5	11,85	515	515
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,9	12,77	650	48,1	12,69	610	46,2	12,61	583	583
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,0	13,47	687	48,8	13,37	652	652

Этот вывод подтверждается корреляционным анализом исходных материалов. Абсолютная полнота древостоев при фиксированной высоте с возрастом связана более тесно (корреляционные отношения η варьируют в пределах от $-0,55$ до $-0,67$), чем с классом бонитета ($\eta = 0,40 \dots 0,53$).

При выполнении корреляционного анализа класс бонитета выражался средней высотой древостоев в 100 лет (H_{100}), а пробные площади объединялись в группы с диапазоном изменения средних высот не более 1 м. На основе полученных результатов можно предположить, что и предельные значения абсолютной полноты древостоев при фиксированных высотах более тесно связаны с возрастом, чем с классом бонитета. Следует также отметить, что эталоны полноты и запасов древостоев, определенные с учетом их высоты и возраста, при необходимости можно корректно увязать с любой шкалой классов бонитета.

Максимальный эффект от внедрения разработанной таблицы правомерно ожидать при биолого-лесоводственных работах в лесах, а также осуществлении ряда мероприятий по сохранению лесных насаждений, при назначении которых одним из ведущих факторов выступает средний возраст древостоев. Приведенные в табл. 1 данные показывают, что при одинаковых средних высотах нормальные значения абсолютной полноты и запасов существенно снижаются с увеличением возраста древостоев. В частности, при равных средних высотах сумма площадей сечений 40-летних древостоев на 24,2–28,4 % выше по сравнению с таковыми у 120-летних. Следовательно, при одинаковых значениях средней высоты и суммы площадей сечений относительная полнота более молодых насаждений характеризуется существенно меньшими значениями, чем насаждений старшего возраста. Необходимость учета данного обстоятельства при хозяйственной деятельности в лесу, проектировании и осуществлении лесохозяйственных мероприятий не вызывает сомнений.

Сравнение наших, дифференцированных по высоте и возрасту, эталонов полноты с аналогичным показателем из применяемой при инвентаризации лесов в регионе стандартной таблицы (Основные положения..., 1995), разработанной без учета

классов бонитета и возраста насаждений, приведено в табл. 2. Для краткости изложения сравнительный анализ проведен только в трех возрастах: 20, 60 и 120 лет.

Данные табл. 2 свидетельствуют, что по предельным значениям суммы площадей сечений древостоев между сравниваемыми нормативами имеются определенные различия. Наиболее существенны они в молодом возрасте. В 20-летних древостоях эталоны полноты, по нашим данным, существенно (на 24,6–37,0 %) выше, чем в действующей стандартной таблице. Причем с увеличением средней высоты (улучшением лесорастительных условий) различия заметно возрастают. В 60-летнем возрасте максимальные значения суммы площадей сечений древостоев в сравниваемых нормативах близки между собой. Они, по нашим данным, лишь на 3,4–7,3 % выше, чем по действующей стандартной таблице. В 120 лет установленные нами эталоны полноты при минимальных и средних для данного возраста значениях высоты заметно ниже (на 6,0–7,5 %), чем в действующем нормативе. При максимальных высотах (в лучших лесорастительных условиях) уже наши критерии суммы площадей сечений выше значений этого показателя, приведенных в стандартной таблице.

Таким образом, действующая стандартная таблица при таксации сосновых насаждений, за исключением старовозрастных сосняков низкой и средней производительности, завышает относительную полноту. Причем это завышение тем значительнее, чем моложе насаждения и лучше условия их произрастания. Материалы сравнительного анализа позволяют считать разработанные нами критерии полноты более корректными, чем в действующем нормативе. При таксации лесов в исследуемом районе относительные полноты в сосняках оказываются больше единицы в большинстве случаев в молодняках и средневозрастных насаждениях. В разработанном нами нормативе именно для них суммы площадей сечений и запасы существенно выше, чем в применяемой стандартной таблице.

С целью обоснования и доказательства корректности полученных результатов были проведены специальные исследования.

Таблица 2
Table 2Сравнение разработанных эталонов полноты с данными действующей стандартной таблицы
Comparison of the developed completeness standards with the data of the current standard table

Средняя высота, м Average height, m	Абсолютная полнота из действующей стандартной таблицы, м ² Absolute completeness from the current standard table, m ²	Рассчитанная нами абсолютная полнота и ее отклонения от сравниваемых данных при возрасте древостоев, лет The absolute completeness calculated by us and its deviations from the compared data at the age of stands, years					
		20		60		120	
		м ²	%	м ²	%	м ²	%
5	15,0	19,2	+28,0	–	–	–	–
6	17,5	21,8	+24,6	–	–	–	–
7	19,0	24,4	+28,4	–	–	–	–
8	20,5	27,0	+31,7	21,2	+3,4	–	–
10	23,5	32,2	+37,0	24,5	+4,3	–	–
12	26,5	–	–	27,8	+4,9	–	–
14	29,5	–	–	31,1	+5,4	27,7	–6,1
16	32,5	–	–	34,5	+6,2	30,3	–6,7
20	38,5	–	–	41,3	+7,3	35,6	–7,5
24	43,4	–	–	–	–	40,8	–6,0
28	45,6	–	–	–	–	46,2	+1,3
30	46,0	–	–	–	–	48,8	+6,1

А. В. Вагиным (1976) опытным путем было установлено, что в качестве отдельной варианты суммы площадей сечений древостоев можно принимать показание, полученное при помощи полнотомера. В этой связи нами на основе таксационных описаний были подобраны чистые сосновые насаждения различного возраста с относительной полнотой 0,9–1,0. В них полнотомером определялась сумма площадей сечений древостоев, а также их возраст и высота общепринятыми в лесоустройстве методами. Общее число протаксированных таким образом выделов составило 87. По разработанной нами таблице для всех древостоев определялась относительная полнота. На основе выполненной работы получены следующие результаты. Для 2 древостоев из 87 относительная полнота оказалась больше 1,05. В общей выборке их удельный вес составляет лишь 2,3 %. Следовательно, можно предположить, что при лесоинвентаризационных работах доля насаждений с суммой площадей сечений древостоев, превышающей

установленные нами критерии нормальности, окажется ничтожно малой. Относительная полнота для 14 древостоев колебалась в диапазоне от 0,95 до 1,05. Это свидетельствует, что содержащиеся в нашей таблице критерии нормальности сосновых древостоев реальны, не слишком высоки, чтобы относительная полнота, близкая или равная 1,0, не могла быть установлена.

Выводы

Стандартные таблицы, в которых суммы площадей сечений и запасы дифференцированы только по породе и средней высоте древостоев, не обеспечивают корректного определения относительной полноты. Повысить их точность можно разработкой критериев нормальности древостоев с учетом дополнительных факторов – классов бонитета и возраста насаждений. С лесоводственно-биологических позиций эталоны полноты более корректно и обоснованно устанавливать с учетом второго показателя. Интенсивность ростовых процессов,

дифференциации деревьев и самоизреживания древостоев при прочих равных условиях в большей степени определяется их возрастом. И предельные значения абсолютной полноты древостоев при фиксированных высотах более тесно связаны с возрастом ($\eta = -0,55$ до $-0,67$), чем с классом бонитета ($\eta = 0,40 \dots 0,53$).

Результаты исследований свидетельствуют, что при одинаковых средних высотах нормальные значения абсолютной полноты и запасов существенно снижаются с увеличением возраста древостоев. Следовательно, при одинаковых значениях

средней высоты и суммы площадей сечений относительная полнота более молодых насаждений характеризуется существенно меньшими значениями, чем насаждений старшего возраста.

Действующая стандартная таблица при таксации сосновых насаждений, за исключением старовозрастных сосняков низкой и средней производительности, завышает относительную полноту. Причем это завышение тем значительнее, чем моложе насаждения и лучше условия их произрастания.

Список источников

- Анучин Н. П. Лесная таксация. М. : Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
- Вагин А. В. Критерии полноты сосновых насаждений СССР. М. : ЦБНТИ, 1976. 27 с.
- Ефремова М. Н. Структура и особенности таксации березняков Канской лесостепи : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ефремова Марина Николаевна. Красноярск : Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, 2018. 20 с.
- Загреев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. М. : Лесн. пром-сть, 1978. 240 с.
- Кузьмичев В. В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели. Новосибирск : Наука, 2013. 208 с.
- Кулакова Н. Н. Структура, динамика и особенности таксации лиственничников в Нижнем Приангарье : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Кулакова Надежда Николаевна. Красноярск : Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, 2019. 20 с.
- Лесотаксационный справочник для лесов Урала / П. М. Верхунов, А. В. Попова, В. Л. Черных, И. В. Мамаев. М., 1991. Ч. 1. 239 с.
- Нагимов В. З. Рост и надземная фитомасса древостоев сосняка лишайникового в подзоне северной тайги Тюменской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Нагимов Валерий Зуфарович. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 23 с.
- Нагимов З. Я. Моделирование роста сосновых древостоев // ИВУЗ. Лесной журнал. 2000. № 5–6. С. 31–36.
- Немич В. Н. Исследование критериев плотности сосновых древостоев Приангарья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Немич Виктор Николаевич. Красноярск : Красноярская технол. акад., 1997. 21 с.
- Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала. Ч. 1: Нормативы по таксации деревьев и древостоев : учеб. пособие / З. Я. Нагимов, Л. А. Лысов, И. Ф. Коростелев [и др.]. Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. 160 с.
- Основные положения организации и ведения лесного хозяйства Свердловской области. Екатеринбург : Сверд. лесоустроительная экспедиция, 1995. 525 с.
- Свалов Н. Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Свалов Николай Николаевич. М. : Моск. лесотехн. ин-т, 1975. 50 с.
- Справников В. Г. Исследование параметров полноты древостоев лиственницы сибирской Средней Сибири : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Справников Владимир Григорьевич. Красноярск : Сиб. технол. ин-т, 1990. 21 с.

References

- Anuchin N. P.* Forest taxation. Moscow : Lesnaya promyshlennost, 1982. 552 p. (In Russ.)
- Efremova M. N.* Structure and features of the taxation of birch forests of the Kansk forest-steppe : abstract. diss. ... Candidate of Agricultural Sciences / Efremova Marina Nikolaevna. Krasnoyarsk : Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, 2018. 20 p.
- Forest Taxonomy handbook for the forests of the Urals / *P. M. Verkhunov, A. V. Popova, V. L. Chernykh, I. V. Mamaev.* Moscow, 1991. Part 1. 239 p.
- Kulyakova N. N.* Structure, dynamics and significance of the taxation of larch forests in the Lower Angara region: abstract of the dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences / *Kulakova Nadezhda Nikolaevna.* Krasnoyarsk : Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, 2019. 20 p.
- Kuzmichev V. V.* Regularities of the dynamics of stands: principles and models. Novosibirsk : Nauka, 2013. 208 p.
- Nagimov V. Z.* Growth and aboveground phytomass of stands of lichen pine in the subzone of the Northern taiga of the Tyumen region: abstract. dis. ... Candidate of Agricultural Sciences / *Nagimov Valery Zufarovich.* Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2011. 23 p.
- Nagimov Z. Ya.* Modeling the growth of pine stands // Russian Forestry Journal. 2000. № 5–6. P. 31–36. (In Russ.)
- Nemich V. N.* Investigation of criteria for the density of pine stands in the Angara region : abstract. diss. ... Candidate of Agricultural Sciences / *Nemich Viktor Nikolaevich.* Krasnoyarsk : Krasnoyarskaya tekhnologicheskaya Akademiya, 1997. 21 p.
- Normative reference materials on the taxation of forests of the Urals. Part 1. Standards for the taxation of trees and stands : textbook / *Z. Ya. Nagimov, L. A. Lysov, I. F. Korostelev* [et al.]. Yekaterinburg : UGLTU, 2002. 160 p.
- Spravnikov V. G.* Investigation of the parameters of the completeness of the stands of leaf-crowns of Siberian Central Siberia : abstract. dis. ... Candidate of Agricultural Sciences / *Spravnikov Vladimir Grigor'evich.* Krasnoyarsk : Sibirskij tekhnologicheskij institut, 1990. 21 p.
- Svalov N. N.* Modeling of the productivity of stands and the theory of forest management : abstract. diss. ... Doctor of Agricultural Sciences / *Svalov Nikolay Nikolaevich.* Moscow : Moscow Moskovskij lesotekhnicheskij institut. 1975. 50 p.
- The main provisions of the organization and management of forestry in the Sverdlovsk region. Yekaterinburg : Sverdlovskaya lesoustroitel'naya ekspeditsiya, 1995. 525 p.
- Vagin A. V.* Criteria for completeness of pine plantations of the USSR. Moscow, CBNTI, 1976. 27 p.
- Zagreev V. V.* Geographical patterns of growth and productivity of stands. Moscow : Lesnaya promyshlennost, 1978. 240 p.

Информация об авторах

- З. Я. Нагимов* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
nagimovzy@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6853-2375>;
- И. В. Шевелина* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
shevelinaiv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8352-558X>;
- В. З. Нагимов* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
nagimov-v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0586-3919>;
- И. Н. Артемьева* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ain88@yavdex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6854-3114>;
- Г. В. Анчугова* – старший преподаватель,
anchugovagv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0717-3214>.

Information about the authors

Z. Ya. Nagimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

nagimovzy@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6853-2375>;

I. V. Shevelina – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

shevelinaiv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8352-558X>;

V. Z. Nagimov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

nagimov-v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0586-3919>;

I. N. Artemyeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ain88@yavdex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6854-3114>;

G. V. Anchugova – Senior Lecturer;

anchugovagv@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0717-3214>.

Статья поступила в редакцию 29.09.2023; принята к публикации 12.10.2023.

The article was submitted 29.09.2023; accepted for publication 12.10.2023.
