

УДК 630.53

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛЕСА ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ СРЕДНЕГО УРАЛА

В.М. СОЛОВЬЕВ – доктор биологических наук,
профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства,

тел.: 8 (902) 267-10-24 *

К.В. ДАНИЛОВ – магистрант кафедры
лесной таксации и лесоустройства,

тел.: 8 (982) 629-96-00,

e-mail: dnlv.konstantin94@gmail.com *

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический
университет», 620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 36

Ключевые слова: условные ступени, дифференциация, строение древостоев, относительная высота, редуциционные числа, типы леса, ранжированный ряд.

Проведены исследования с применением количественных методов для выявления специфики строения и формирования древостоев разных типов леса, а также обоснование применения ее в лесной науке и практике. Лесоустроительные расчеты, планирование и выполнение лесохозяйственных мероприятий недостаточно увязываются с лесной типологией. Замедляется широкое использование типов леса из-за недостаточной изученности процессов образования и формирования древостоев. Изучение этих процессов имеет первостепенное значение для развития типологии, улучшения лесотаксационных нормативов и применения типов леса в лесной науке и практике.

Рассмотрены два метода определения строения древостоев. В результате их применения установлено следующее:

- наименьшие различия в рядах редуцированных чисел диаметра там, где числа получены в процентах от суммы диаметров ранжированных деревьев $Rd_{\Sigma d}$;
- в молодых древостоях различия в строении четко прослеживаются в типах леса, противоположных по положению в рельефе;
- сходство в строении древостоев нужно устанавливать в спелом возрасте, используя для этого ряды процентного распределения деревьев по десяти условным ступеням толщины;
- наиболее характерным показателем особенностей роста, дифференциации и самоизреживания деревьев служит относительная высота $h/d_{1,3}$;
- в типах леса со сходными условиями произрастания наблюдаются менее значимые различия в строении древостоев;
- кривые хода роста модельных деревьев разных типов леса подтверждают существенные различия в росте древостоев по типам леса.

Для комплексной оценки строения древостоев улучшенные и проверенные в работе методы нужно применять в сочетании. Мероприятия по повышению продуктивности лесов должны выполняться в соответствии с их типологической структурой. Возрастная динамика древостоев необходима для разработки нормативов таксации и формирования древостоев по типу леса.

A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE STRUCTURE AND FORMATION OF THE PINE STANDS DIFFERENT FOREST TYPES THE SUBZONE OF SOUTHERN TAIGA OF THE MIDDLE URALS

V.M. SOLOVYEV – doctor of biological sciences,
Professor of chair of forest inventory and forest management,
ph.: 8 (902) 267-10-24 *

K.V. DANILOV – master of the department of forest inventory
and forest management, ph.: 8 (982) 629-96-00,

e-mail: dnlv.konstantin94@gmail.com *

* Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Ural State Forestry Engineering University»
620100, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 36

Keywords: *conditional steps, differentiation of pine forest stands, structure of forest stands, the relative height, reduction in the number, type of forest, ranked a number.*

In the work researches with application of quantitative methods for revealing of specificity of a structure and formation of stands of different types of a forest are conducted, and also a substantiation of its application in a wood science and practice. Forest inventory calculations, planning and implementation of forest management activities is not enough linked with forest typology. Slowing down the widespread use of forest types due to a lack of knowledge of the processes of education and formation of forest stands. The study of these processes is of paramount importance for the development of a typology, improvement of inventory standards and use of forest types in forest science and practice.

The article considers two methods of determining the structure of forest stands. As a result of their application, the following is established:

- the smallest difference in the rows of diameter reduction numbers where the number obtained as a percentage of the sum of the diameters of the ranked trees $Rd_{\Sigma d}$;
- in young stands, the differences in structure are clearly traced in forest types that are opposite in position in the relief;
- in young stands, the differences in structure are clearly traced in forest types that are opposite in position in the relief;
- resemblance in the structure of stands should be established in a ripe age, using for this purpose a ranks of percentage distribution of trees according to ten conventional steps of thickness;
- the most common indicators of characteristics of growth, differentiation and self-thinning trees is an relative height $h/d_{1,3}$;
- in forest types with similar growth conditions are observed less significant differences in the structure of forest stands;
- the curves of the growth of model trees different types of forest confirm the significant differences in the growth of stands by types of forest.

For a comprehensive assessment of the structure of stands, improved and proven methods should be used in combination. Events to increase forest productivity should be performed in accordance with their typological structure. Age dynamics of stands is necessary for the development of inventory standards and the formation of stands by type of forest.

Введение

Тип леса принято считать основной классификационной единицей лесной растительности. Однако до сих пор лесоустойчивые расчеты, планирование и выполнение лесохозяйственных мероприятий недостаточно увязываются с лесной типологией, а единственным диагностическим показателем, связанным с ростом древостоя, служит класс бонитета насаждения.

Между тем из-за различных условий возобновления и произрастания леса каждый тип леса отличается свойствами и структурой молодого поколения древесных растений и формированием древостоев. Слабой изученностью процессов образования и формирования древостоев и тормозится широкое использование типов леса в лесной науке и практике. При этом организация и повышение эффективности таких исследований зависит от разрешающих способностей применяемых методов оценки этих процессов [1].

Таблицы хода роста по типам леса лишь обобщенно характеризуют возрастные изменения показателей определенных категорий древостоев, но не раскрывают в должной мере особенности роста, дифференциации и самоизреживания деревьев конкретных типов строения и формирования древостоев, с которыми непосредственно связаны нормативы выполнения соответствующих хозяйственных мероприятий в пределах типов леса. Поэтому глубокое изучение названных процессов имеет важное

значение для дальнейшего развития типологических направлений [2, 3, 4], совершенствования лесотаксационных нормативов [5] и более широкого использования типов леса в лесной науке и практике.

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель работы – с применением разработанных количественных методов выявить специфику строения и формирования сосновых древостоев разных типов леса и обосновать необходимость ее использования в лесной науке и практике.

Задачи исследований:

- обосновать наиболее приемлемые по точности способы оценки строения древостоев;
- оценить различия в строении молодых и спелых сосновых древостоев разных типов леса;
- дать рекомендации по изучению, таксации и формированию древостоев типов леса.

Объекты изучения – типы сосновых лесов и их древостои; предмет изучения – строение и формирование древостоев различных типов леса. Полевые работы по выявлению и описанию сосновых типов леса, изучению строения и формирования молодых и спелых их древостоев выполнялись в подзоне южной тайги Среднего Урала (Билимбаевское, Нижне-Тагильское, Сысертское и Верх-Исетское лесничества Свердловской области).

Для выполнения работы были обработаны материалы более 30 пробных площадей. Типологическое описание участков про-

водилось по методике В.Н. Сукачева, С.В. Зонн, Г.П. Мотовилова [6], а естественное возобновление оценивалось по методике А.В. Побединского [7].

Закладка пробных площадей проводилась в соответствии с требованиями ГОСТ 56-69-83 [8].

При рассмотрении этапов и типов формирования древостоев учитывались положения генетической типологии Б.П. Колесникова [3].

В основу применяемых в работе методов оценки возрастной динамики древостоев положены развиваемые представления о росте и дифференциации совместно произрастающих древесных растений, строения и формировании их группировок [1]. Ряды редуцированных чисел по рангам нами рассматривались как ряды конкретных относительных значений признаков, фиксирующих результаты дифференциации деревьев [9].

Строение древостоев выражалось и оценивалось двумя методами – рядами процентного распределения деревьев по условным ступеням толщины и рядами редуцированных чисел ранжированных деревьев [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Для обоснования наиболее приемлемого способа оценки сходства рядов дифференциации деревьев (строения древостоев) в качестве экспериментального объекта были избраны рядовые посадки сосны обыкновенной под меч Колесова с размещением $2,0 \times 1,5$ м, выполненные в 1949 г.

возле поселка Северка (УУОЛ). В настоящее время это 70-летние сосновые древостои, изреженные в 34-летнем возрасте.

Строение рассмотрено для трех вариантов выборки из общей совокупности деревьев. Материалы двух рядом расположенных пробных площадей объединены и вместе обработаны – вариант 1. Одна из объединенных проб обработана отдельно – вариант 2. Вариант 3 – материалы пробной площади, заложенной отдельно от первых двух выше по слабовыраженному северному склону. В каждом

варианте редуцированные числа деревьев по диаметру (относительные диаметры) рассчитаны тремя способами (табл. 1) – в долях среднего диаметра Rd_{cp} , диаметра дерева ранга 90% Rd_{90} и в процентах от суммы диаметров ранжированных деревьев $Rd_{\Sigma d}$.

Наибольшие различия – в рядах редуцированных чисел, выраженных через средний диаметр древостоев Rd_{cp} , а наименьшие – там, где числа получены в процентах от суммы диаметров ранжированных деревьев $Rd_{\Sigma d}$, причем отклонения по Rd_{cp} ва-

рианта 2 от объединенного варианта 1 больше, чем отклонения от него территориально обособленного варианта 3. При всех способах выражения строения древостоя максимальное отклонение характерно для деревьев, имеющих ранг 0 и 100%, а минимальное – в интервале рангов деревьев 10–90%. В целом нужно отметить, что по точности воспроизводства строения древостоев на первом месте стоит способ $Rd_{\Sigma d}$, за ним следует Rd_{90} и наименее приемлем для использования Rd_{cp} , поскольку в процессе формирования древостоев роль

Таблица 1
Table 1

Ряды абсолютных и относительных значений диаметров $d_{1,3}$ деревьев по рангам в 70-летних сосновых древостоях искусственного происхождения, представленные разными по объему и местоположению выборками из общей совокупности
The rows of absolute and relative values of the diameters $d_{1,3}$ of trees by ranks the 70-year-old pine stands of artificial origin, represented by different in volume and location sample of the total totality

Диаметры Diameters	Значение абсолютных и относительных диаметров деревьев по рангам Values of absolute and relative diameters of trees by ranks										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Вариант 1 Variant 1											
d	8	15,8	18	20,2	21,9	23,2	24,8	26,2	28	31	37,9
Rd_{cp}	0,309	0,610	0,695	0,780	0,846	0,896	0,958	1,012	1,081	1,197	1,463
Rd_{90}	0,258	0,510	0,581	0,652	0,706	0,748	0,800	0,845	0,903	1,000	1,223
$Rd_{\Sigma d}$	3,1	6,2	7,1	7,9	8,6	9,1	9,7	10,3	11,0	12,2	14,9
Вариант 2 Variant 2											
d	10	12,8	14,9	17	18,8	20,2	22	23,9	26	28	35,1
Rd_{cp}	0,368	0,472	0,549	0,626	0,693	0,744	0,810	0,880	0,958	1,031	1,293
Rd_{90}	0,357	0,457	0,532	0,607	0,671	0,721	0,786	0,854	0,929	1,000	1,254
$Rd_{\Sigma d}$	4,4	5,6	6,5	7,4	8,2	8,8	9,6	10,5	11,4	12,2	15,3
Вариант 3 Variant 3											
d	7	11,8	14,9	17,2	19	20,2	23	24,9	26,2	29,1	38
Rd_{cp}	0,298	0,502	0,634	0,732	0,809	0,860	0,979	1,060	1,115	1,238	1,617
Rd_{90}	0,241	0,405	0,512	0,591	0,653	0,694	0,790	0,856	0,900	1,000	1,306
$Rd_{\Sigma d}$	3,0	5,1	6,4	7,4	8,2	8,7	9,9	10,8	11,3	12,6	16,4

средних выполняют разные деревья с достаточно высокой изменчивостью положения в ранжированных рядах (42,5–57,5%).

При определении принадлежности древостоев одного возраста к одному естественному ряду развития для выражения и оценки их строения нужно использовать редуциционные числа в виде процентов каждого значения от общей суммы значений всех ранжированных деревьев или как доли значения признака дерева ранга 90%.

В молодых древостоях различия в строении четко прослеживаются в типах леса, противоположных по положению в рельефе, – нагорном (Снг) и разнотравном (Сртр) (рис. 1).

В 45-летних древостоях сосняка нагорного распределение деревьев по ступеням толщины в отличие от сосняка разнотравного характеризуется более высокими значениями мер косости, крутости, коэффициентов изменчивости и дифференциации, но меньшими значениями действительных и условных средних диаметров. Более высокая межиндивидуальная дифференциация деревьев в сосняке нагорном подтверждается также амплитудами редуциционных чисел по всем таксационным показателям. Эти амплитуды в Снг и Сртр соответственно составляли: $Rd_{1,3}$ – 9,3 и 4,5, $Rg_{1,3}$ – 14,9 и 8,6, Rh – 5,9 и 4,5, Rh/d – 3,3 и 0,2, Rv – 15,8 и 11,1.

К спелому возрасту, когда отставшие в росте деревья перешли в отпад, распределение деревьев по ступеням толщины во всех

типах леса приближается к нормальному (рис. 2).

Это подтверждается и статистическими характеристиками рядов распределения по ступеням толщины (табл. 2).

О приближении распределений к нормальному свидетельствуют близкие условные средние значения и небольшие

различия в коэффициентах дифференциации, недостоверные меры косости и крутости. При этом наблюдаются существенные различия в коэффициентах, которые по типам леса снижаются вследствие изменчивости древостоев: сосняк нагорный (71%), ягодниковый (63%), разнотравный и сфагновый (41%).

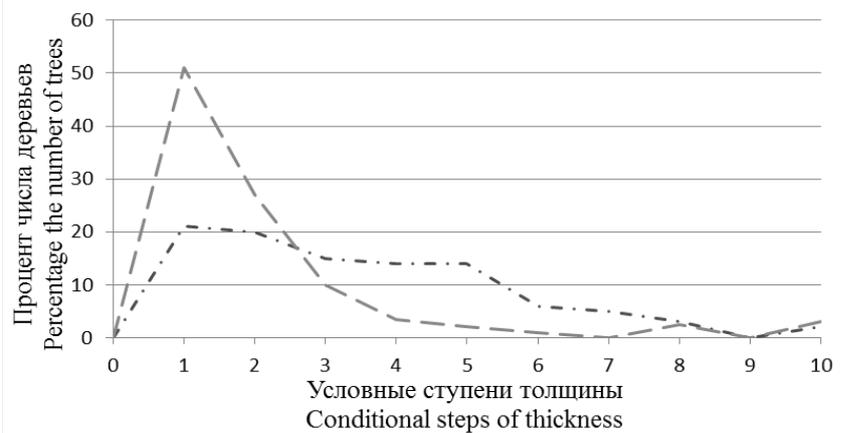


Рис. 1. Многоугольники процентного распределения деревьев сосны по условным ступеням толщины в 45-летних древостоях сосняков разнотравного II класса бонитета (–•–) и нагорного III класса бонитета (— —)

Fig. 1. Polygons percentage distribution of pine trees according to the conditional steps of thickness 45-year-old pine stands of pine forest rich in herbs second-class of bonitet (–•–) and Pine forest upland of the third class of bonitet (— —)



Рис. 2. Распределение деревьев сосны по условным ступеням толщины в древостоях сосняков сфагнового (—), разнотравного (— —), ягодникового (—•—), нагорного (—•—)

Fig. 2. Distribution of pine trees according to the conditional steps of thickness in pine stands of bog moss pine forest (—), pine forest rich in herbs (— —), Berry pine forest (—•—), Pine forest upland (—•—)

Таблица 2
Table 2

Статистические характеристики рядов распределения сосны по ступеням толщины в спелых древостоях различных типов леса
Statistical characteristics series distribution by steps of thickness in mature stands of different forest types

Тип леса Type of forest	Средние значения Average values		Основные отклонения Key variances		Точность опыта Accuracy of experience <i>P</i> , %	Коэффициенты изменчивости и дифференциации Coefficients of variation and differentiation		Мера кривости и крутости Measure of curvature and steepness	
	$X \pm \delta_x$	$X_{усл}$	δ	$\delta_{усл}$		<i>V</i> , %	V_d , %	$\alpha \pm \delta_\alpha$	$i \pm \delta_i$
Снг Pine forest upland	23,6±1,15	5,3	16,5	2,36	4,9	70,7	49,7	0,151±0,17	-0,782±0,34
Сяг Berry pine forest	27,1±1,20	5,2	17	2,31	4,4	62,8	44,4	0,266±0,176	-0,568±0,352
Сртр Pine forest rich in herbs	35,2±1,28	5,4	14,3	2,12	3,6	40,5	39,6	-0,183±0,219	-0,278±0,438
Ссф Bog moss pine forest	20,8±0,60	5,2	8,6	1,77	2,9	41,2	34,3	0,014±0,171	0,048±0,342

Однако это не означает, что древостои разных типов леса имеют сходную возрастную динамику строения. Существенные различия в строении молодых древостоев сосняков нагорного и разнотравного показаны выше (см. рис. 1).

В спелых древостоях разных типов леса наиболее характерным показателем особенностей роста, дифференциации и самоизреживания деревьев может служить относительная высота $h/d_{1,3}$, которая отражает результаты эндогенной дифференциации деревьев по высоте и диаметру, а в лесотаксационной литературе она оценивается как важный классификационный признак, связанный с густотой и изреживанием древостоев.

Различия в кривых строения древостоев разных типов леса

по этому показателю представлены на рис. 3.

Кривые относительных высот деревьев $h/d_{1,3}$ в типах леса

различны, чем подтверждается особые линии развития древостоев в соответствующих условиях местопроизрастания.

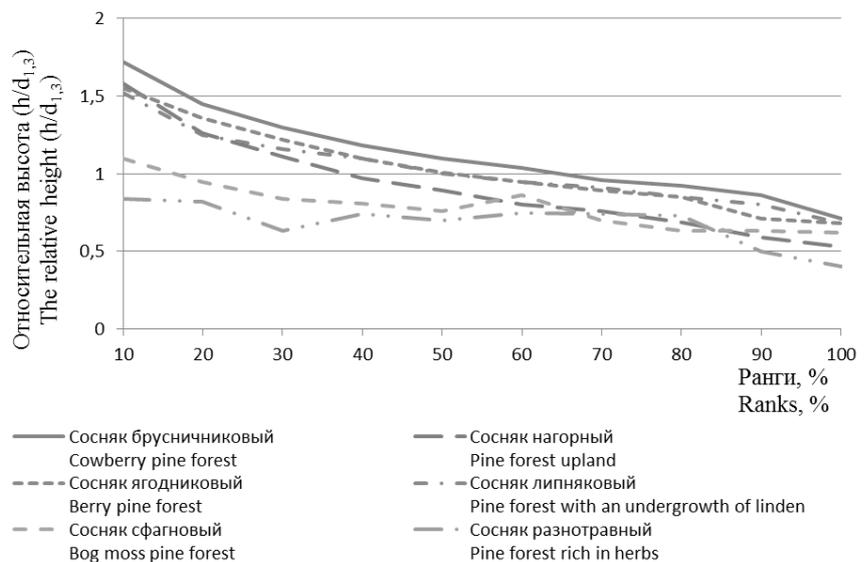


Рис. 3. Кривые относительных высот деревьев по рангам в древостоях разных типов леса
Fig. 3. Curves of relative heights of trees by ranks in forest stands of different forest types

Наиболее высоким уровнем эндогенной дифференциации характеризуются сосняки нагорный, ягодниковый, брусничный и липняковый, а пониженным – сосняки сфагновый и разнотравный. Самая высокая амплитуда значений этого показателя – в сосняке нагорном.

Из вышеуказанного вытекает, что у древостоев каждого типа леса свое соотношение высот и диаметров деревьев, которое меняется в процессе формирования древостоев. Изменение этого показателя с повышением возраста связано с процессами дифференциации и самоизреживания деревьев и снижением амплитуд значений их признаков.

В соседних на экологическом профиле и близких по росту древостоях сосняков ягодникового и разнотравного различия в строении незначительны (рис. 4).

Но древостои сосняка брусничного, занимающего верхние части склонов с мелкими бедными суховатыми почвами III класса бонитета, значительно отличаются по строению от древостоев первых двух типов леса на земельных участках II класса бонитета.

Древостои разных типов леса существенно отличаются по росту в высоту средних деревьев верхнего полога (рис. 5).

До 50 лет лучшим ростом в высоту отличается древостой сосняка брусничного, затем рост замедляется, в то время как рост древостоя сосняка ягодникового продолжает прогрессировать. Самым медленным ростом отличается низкополнотный сосняк

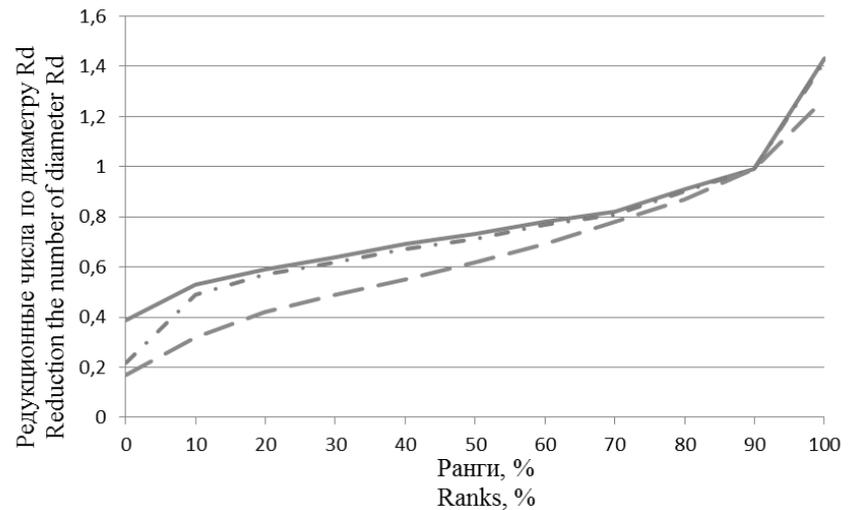


Рис. 4. Кривые относительных значений диаметров деревьев R_d , в древостоях сосняков ягодникового (— — —), разнотравного (- · - · -) и брусничного (— — —)
 Fig. 4. The curves of relative values of the diameters of the trees R_d , in forest stands Berry pine forest (— — —), Pine forest rich in herbs (- · - · -) and Cowberry pine forest (— — —)

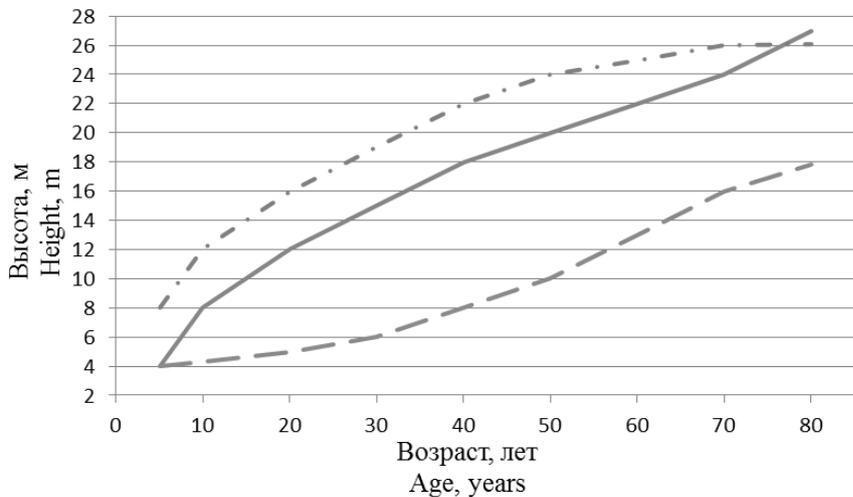


Рис. 5. Ход роста в высоту средних деревьев сосны II класса роста в древостоях сосняков брусничного (- · - · -), ягодникового (— — —) и липнякового (— — —)
 Fig. 5. Progress growth in height of average trees pine of the second class of growth in forest stands Cowberry pine forest, Berry pine forest and Pine forest with an undergrowth of linden

липняковый. Рост средних деревьев, представляющих древостои этих типов леса, в отдельные периоды жизни происходит по кривым разных классов бонитета (табл. 3).

Образование и медленный рост низкополнотного древостоя сосняка липнякового связаны с отрицательным влиянием липнякового яруса на возобновление, рост и развитие сосны.

Таблица 3

Table 3

Несоответствие роста в высоту древостоев разных типов леса высотам и их возрастным изменениям в общей бонитировочной шкале проф. М.М. Орлова
The Nonconformity between growth in height in forest stands of different forest types heights and their age-related changes a total bonitation scale of Professor M. M. Orlov

Типы леса Type of forest	Классы бонитета по возрасту древостоев, лет Classes of bonitet by age of forest stand, years						
	20	30	40	50	60	70	80
Сосняк брусничный Cowberry pine forest	I	I	I	I	II	II	II
Сосняк ягодниковый Berry pine forest	III	II	II	II	II	II	II
Сосняк липняковый Pine forest with an undergrowth of linden	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III

Выводы

Для глубокой и всесторонней оценки строения древостоев улучшенные и проверенные в работе методы рядов процентного распределения деревьев по условным ступеням и рядов относительных значений признаков ранжированных деревьев нужно применять в сочетании.

При симметричном, но эксцессивном распределении деревьев по ступеням толщины в спелых древостоях различия в их строении следует подтверждать разными коэффициентами изменчивости действительных и амплитудами относительных значений признаков.

Сравнительную оценку строения спелых древостоев разных типов леса целесообразно проводить методом редуцированных чисел, полученных в виде процентов ранжированных значений признака от общей их суммы

$Rd_{\Sigma d}$, или долей этих значений от значения этого признака дерева с рангом 90%. Такие же редуцированные числа можно использовать и при установлении принадлежности древостоев одинакового возраста к одному естественному ряду развития.

Типы сосняков отличаются характером возобновления леса и структурой образовавшихся молодняков, возрастными изменениями строения (формирования) древостоев. При этом рост древостоев каждого типа леса в высоту не соответствует высотам и их возрастным изменениям какого-то одного класса бонитета в общей бонитировочной шкале, что лишней раз подтверждает необходимость его определения по показателям древостоев старшего возраста.

В качестве важнейшего диагностического признака типов леса, а в их пределах типов

строения и формирования древостоев следует рассматривать величину и возрастные изменения средней относительной высоты $h/d_{1,3}$, тесно связанной с ростом, дифференциацией и самоизреживанием деревьев. Спелые древостои изученных типов сосняков существенно отличаются строением по этому признаку, тем самым подтверждая разные направления их формирования.

Возрастные изменения относительной высоты как показателя эндогенной дифференциации следует использовать для разделения типов леса, а в их пределах – для выделения типов строения и формирования, которые отличаются происхождением, составом, густотой, возрастной структурой и другими признаками древостоев. Для таких типов желательно составлять таблицы возрастной динамики строения, которые можно использовать не только для учета леса, но и для установления показателей рубок главного и промежуточного пользования.

Анализ состояния лесного фонда и разработка мероприятий по повышению продуктивности лесов должны выполняться в соответствии с типологической структурой лесов.

Изучение возрастной динамики древостоев необходимо для дальнейшего совершенствования генетических и динамических принципов лесной типологии и разработки по типам леса нормативов таксации и формирования древостоев насаждений.

Библиографический список

1. Соловьев В.М. Естественнонаучные основы изучения и формирования древостоев лесных экосистем. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 351 с.
2. Основы лесной биogeоценологии / В.Н. Сукачев, Н.В. Дылис, Ю.Л. Цельникер, В.Г. Карпов. М: Наука, 1984. 574 с.
3. Колесников Б.П. Генетическая классификация типов леса и пути ее применения на Урале // Материалы по классификации растительности Урала. Свердловск, 1961. С. 15–17.
4. Мелехов И.С. Динамическая типология леса // Лесн. хоз-во. 1968. № 3. С. 15–20.
5. Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МГТУ, 2009. 395 с.
6. Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН, 1957. 120 с.
7. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.
8. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М., 1983. 24 с.
9. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 178 с.
10. Соловьев В.М. Морфология насаждений: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. 154 с.

Bibliography

1. Solovyev V.M. Natural and scientific bases of studying and formation of stands in forest ecosystems. Yekaterinburg: USFEU, 2008. 351 p.
 2. Fundamentals of forest biogeocenotic / V.N. Sukachev, N.V. Dylis, Y.L. Zelniker, V.G. Karpov. M: Publisher Science, 1984. 574 p.
 3. Kolesnikov B.P. Genetic classification of forest types and ways of its application in the Urals // The materials according to the classification of the vegetation of the Urals. Sverdlovsk, 1961. P. 15–17.
 4. Melekhov I.S. Dynamic typology of the forest // Forestry. 1968. No. 3. P. 15–20.
 5. Verhunov P.M., Chernykh V.L. Forest taxation. Yoshkar-Ola: MGTU, 2009. 395 p.
 6. Sukachev V.N., Zonn S.V., Motovilov G.P. Methodological guidelines to the study of forest types. M.: Publishing house of Academy of Sciences, 1957. 120 p.
 7. Pobedinskii A.V. The Study of reforestation processes. M.: Publisher Science, 1966. 64 p.
 8. Industry standard 56-69-83. Test plot forest inventory. The method of laying. M., 1983. 24 p.
 9. Vysotsky K.K. The patterns structure of mixed stands. M: Goslesbumizdat, 1962. 178 p.
 10. Solovyev V.M. The morphology of the plantations. Tutorial. Yekaterinburg: USFEA, 2001. 154 p.
-