

УДК: 630*182.2+630*187

М. В. Ермакова, Н. С. Иванова

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МОЛОДНЯКОВ *PINUS SYLVESTRIS L.* ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ВЫРУБКАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

*Для гетерогенных условий Зауральской холмисто-предгорной провинции (Средний Урал) в топоэкологическом профиле четырех типов сосновых лесов проведено изучение структуры естественных и искусственных молодняков *Pinus sylvestris L.* Использован метод распределения деревьев по условным ступеням диаметра, высоты и относительной высоты. Выявлено влияние экотопа и происхождения (естественное – искусственное) на интенсивность лесовозобновления, густоту дендроценозов, дифференциацию деревьев по высоте и диаметру, формирование специфичной ранговой структуры молодняков.*

Ключевые слова: *лесные экосистемы, генетическая типология, *Pinus sylvestris L.*, естественные и искусственные молодняки, морфология леса, дифференциация деревьев, ранговое распределение.*

Введение. На Урале, простирающемся с севера на юг более чем на 2000 км, около 30 % лесопокрытой площади занимают горные леса, которые на региональном уровне во многом определяют величину и распределение стока вод, а на локальном – формирование местных климатических и гидрологических характеристик. Быстрые темпы развития металлургической промышленности (начиная с 17-го века) на Среднем Урале обусловили интенсивную эксплуатацию лесного покрова [1, 2] и, как следствие, привели к увеличению площадей открытых местообитаний.

На Среднем Урале естественное возобновление на вырубках и вырубках-гарях изучалось многими исследователями [3–5]. Для преобладающих лесорастительных условий получены количественные данные о численности самосева и подроста древесных видов на вырубках и вырубках-гарях, выполнен анализ восстановительной динамики на основе традиционных статистических методов, позволяющих сравнивать текущее состояние описываемых лесных экосистем и оценивать достоверность различий средних таксационных характеристик.

Однако, если начальный этап лесовосстановительного процесса – возобновление леса на вырубках и гарях – серьезно изучен, то дальнейший процесс формирования структуры молодых насаждений не исследован в достаточно полной мере. Они исключались из анализа как временные, непостоянные стадии. Основное внимание уделялось древостоям старших возрастов с установившейся морфологической структурой. В результате особенности структуры молодняков, определяющие дальнейшее формирование лесных экосистем и позволяющие обоснованно планировать лесохозяйственные мероприятия, оставались без внимания.

Проблема усугубляется недостаточной разработкой методических принципов и мето-

дов исследования морфологии молодых, очень динамичных дендроценозов, со сложными, постоянно меняющимися взаимосвязями.

Используемые при оценке взрослых насаждений методы в большинстве своем непригодны для изучения молодняков. Актуальность проблемы резко возрастает в связи с постоянным увеличением и без того огромных площадей, занятых молодыми лесами.

Цель данной работы – для прогнозирования дальнейшего лесообразовательного процесса и оптимизации лесопользования исследовать морфологическую структуру дендроценозов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) I класса возраста (естественного и искусственного происхождения), произрастающей в гетерогенных условиях Зауральской холмисто-предгорной провинции.

Объекты и методика исследований. Исследования проводились в южно-таежном округе Зауральской холмисто-предгорной провинции на территории в пределах 57°00'–57°05' с.ш. и 60°15'–60°25' в.д. Место проведения исследований – расчлененное предгорье, образованное чередованием меридиональных возвышенностей и гряд с широкими межгорными вытянутыми понижениями. Абсолютные высоты 200–500 м над уровнем моря [6]. Объекты исследований – 15-летние естественные и 12-летние искусственные молодняки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающие на сплошных вырубках.

Известно, что процесс возобновления и формирования насаждений представляет собой этап образования и развития новой биогенетической системы. На вырубках, где существенно изменены лесорастительные условия и не сохранился подрост предварительных рубке генераций (в особенности, при последующем создании лесных культур), процесс формирования нового насаждения фактически начинается с «нулевого цикла», наследуя при этом элементы и формы организации старой системы [7, 8]. Поэтому в целях выявления факторов и механизмов формирования структуры молодых дендроценозов исследования проведены в широком градиенте лесорастительных условий: от хорошо инсолированных крутых склонов с мелкими каменистыми слабоподзоленными почвами и крайне неустойчивым увлажнением (тип леса – сосняк лишайниково-брусничный) до нижних частей пологих дренированных склонов с мощными бурыми горно-лесными почвами на суглинистом элювии-делювии горных пород, обеспечивающим устойчивое увлажнение почвогрунтов с временным переувлажнением в весенний период (тип леса – сосняк разнотравный) [6]. В данном топоэкологическом профиле представлены различные режимы увлажнения: устойчиво-сухие; свежие, периодически сухие; устойчиво свежие; свежие, периодически влажные. Особенности лесорастительных условий и почвенного покрова приведены в табл. 1.

В этих лесорастительных условиях в основном представлены четыре типа сосновых лесов: лишайниково-брусничные, брусничные, ягодниковые, разнотравные [6]. На основе эколого-флористического подхода [9–11] сосняки лишайниково-брусничные, сосняки брусничные и сосняки ягодниковые принадлежат к классу *Vaccinio-Piceetea* (бореальные темнохвойные и светлохвойные леса) союзу *Dicrano-Pinion* (Libbert 1933) *Matuszkiewicz 1962*. Этот союз объединяет олиготрофные лишайниковые и ацидофильные моховые сосновые леса, формирующиеся на бедных минеральным азотом кислых почвах (каменистых или песчаных). Сосняки разнотравные имеют признаки как класса *Vaccinio-Piceetea* (высокое постоянство *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, обязательное присутствие *Picea obovata*), так и класса *Brachypodio Pinnati-Betuletea* (гемибореальных светлохвойно-мелколиственных травяных мезофитных лесов Западной, Центральной Сибири и Урала) союзу *Trollio europaea-Pinion sylvestris* Fedorov ex Ermakov et al. 2000 (мезофитных сосново-березовых травяных лесов на плодородных и хорошо обеспечен-

ных влагой почвах). Признаками этого класса является сомкнутый хорошо развитый разнотравный травяно-кустарничковый ярус, повышенное видовое богатство.

Т а б л и ц а 1

Объекты исследований: лесорастительные условия и типы леса

Лесорастительные условия			Тип леса по Б.П. Колесникову и др. [6]
Режим увлажнения	Местоположение в рельефе	Почвы, мощность, см	
Устойчиво сухие	Хорошо инсолированные крутые склоны	Неполноразвитые маломощные сильно каменистые буроземовидные, 5–20	Сосняк лишайниково-брусничный
Свежие, периодически сухие	Вершины и верхние половины склонов возвышенностей	Неполноразвитые маломощные каменистые буроземовидные, 5–20	Сосняк брусничный
Устойчиво свежие	Средние части покатых и пологих склонов	Щебнистые слабоподзоленные легко-суглинистые, 30–60	Сосняк ягодниковый
Свежие, периодически влажные	Нижние части пологих склонов	Мощные полноразвитые суглинистые слабоподзоленные на суглинистом элювии-делювии горных пород, более 50	Сосняк разнотравный

Таким образом, рассматриваемое разнообразие биогеоценологических структур является необходимым и достаточным для корректного решения поставленной задачи.

Изучение естественных и искусственных молодняков проводилось на основе общепринятых методов [12–14]. Заложены укрупненные пробные площади, однородные по составу молодняков. Исследования проведены в 4–5-кратной повторности. В статью приведены обобщенные данные по пробным площадям. В процессе формирования лесных насаждений существенную роль играет фактор дифференциации формирующейся популяции на ценоценологические структурные образования, что отражено в законе единства строения насаждений, в основе которого лежит ранговое расчленение деревьев в ценопопуляции [15]. Нами используются распределения деревьев в ценопопуляциях по условным ступеням, при которых каждая включает 0,1 рангового значения признака [16]. Ранговое положение каждого дерева оценивалось конкретным редуцированным числом (ранговым коэффициентом) – R , рассчитываемым по отношению к значению среднего [8, 17] – $R_{\text{сред}}$ и значению признаков деревьев определенного высшего ранга ($D_{0,5H 90\%}$), т.е. занимающим лидирующее положение [16] – $R_{\text{по } D 90\%}$. Уровень изменчивости дендрометрических показателей определялся по С.А.Мамаеву [18].

Результаты исследований и их обсуждение. В обобщенном понимании строение (структура) насаждений представляется как определенный порядок сочетания особей, что характеризуется составом, взаимным расположением и соотношениями значений признаков [16]. Наиболее полно это отражается в ранговой классификации деревьев, позволяющей устранить визуальный, локальный и субъективный характер ранее используемых методов [8].

Данные о лесотипологических особенностях густоты ценопопуляций сосны обыкновенной приведены в табл. 2–3.

Естественные сосновые молодняки представлены (табл. 2) в условиях сосняков лишайниково-брусничных (С лиш.-бр.), брусничных (С бр.), ягодниковых (С яг.), а лесные культуры сосны обыкновенной (табл. 3) в сосняках брусничном, ягодниковом и разнотравном (С ртр.). Следует отметить, что представленность в С бр. и С яг. как есте-

Т а б л и ц а 2

Густота подроста сосны на пробных площадях

№ ПП	Тип леса	Густота подроста, тыс*га ⁻¹	Оценка густоты подроста (Цит. по [15])
1	С лиш.-бр.	122,5	густой
2	С бр.	71,3	густой
3	С яг.	15,1	густой

Т а б л и ц а 3

Характеристика лесных культур сосны на пробных площадях

№ ПП	Тип леса	Количество посадочных мест, тыс*га ⁻¹	Сохранилось от высаженных, %	Густота, тыс*га ⁻¹		Качество культур при переводе в покрытую лесом площадь
				саженцев в культурах	подроста сосны	
4	С бр.	4,8	55,9	2,7	0,9	2 класс
5	С яг.	6,0	57,8	3,4	1,2	1 класс
6	С ртр.	2,7	43,8	1,2	4,3	некачественные

ственных молодняков, так и культур сосны, довольно типична для района проведения исследований в целом, поскольку эти типы леса оптимальны в отношении обоих методов лесовосстановления. В условиях С лиш.-бр. вследствие мелких каменистых почв создание культур практически исключается, а для С ртр., где процесс естественного возобновления сосны обыкновенной подавлен, напротив, лесные культуры – основной метод восстановления исходных лесов. Особенность С ртр. заключается в том, что сопутствующее возобновление на вырубках идет с преобладанием лиственных древесных растений, и в перспективе наиболее вероятно смена сосны на березу [19].

В топоэкологическом профиле от С лиш.-бр. к С. яг. густота ценопопуляции молодняков сосны обыкновенной естественного происхождения сокращается почти на порядок. Лесные культуры сосны по сравнению с естественными молодняками характеризуются значительно меньшей густотой ценопопуляций сосны, что определяется, прежде всего, размещением посадочных мест на площади.

Сложившиеся в изученном топоэкологическом профиле резко различные условия для роста хвойных деревьев в молодняках естественного и искусственного происхождения нашли свое отражение в дендрометрических характеристиках деревьев (табл. 4) и особенностях распределения их по условным ступеням диаметра (табл. 5).

Из данных табл. 4 и 5 видно, что естественные молодняки сосны обыкновенной в большинстве случаев достоверно (при $P < 0,05$) уступают лесным культурам по своим дендрометрическим характеристикам. В силу значительно большей густоты естественные молодняки сосны характеризуются более высокими показателями относительной высоты ($H/D_{0,5H}$), что свидетельствует об усиленном росте деревьев в высоту и замедленном по диаметру. Это обусловлено конкуренцией особенно в типах леса С лиш.-бр. и С бр. Указанные особенности формирования насаждений нашли свое отражение в показателях распределения (табл. 5).

Распределение по $D_{0,5H}$ в наиболее загущенных естественных молодняках в С лиш.-бр. и С бр. (табл. 5) отличается резко выраженной правосторонней асимметрией и высоким положительным значением эксцесса (т.е. более острым пиком, чем нормальное распределение) и очень высокой степенью изменчивости, что также подтверждается и значительными величинами $APЧ_{\text{сред.}}$ (2,047–2,584) и $APЧ_{D_{90\%}}$ (1,407–1,550). В этих насаждениях основную часть составляют тонкие деревья (1–5-ранговых ступеней толщины, $R_{\text{сред.}} = 0,46–1,26$ и $R_{D_{90\%}} = 0,28–0,88$) (табл. 5, 6).

Т а б л и ц а 4

Дендрометрические характеристики сосны естественного возобновления и лесных культур

Дендрометрические характеристики	Статистики	Естественное возобновление			Лесные культуры		
		№ ПП и тип леса					
		1 С лиш.-бр.	2 С бр.	3 С яг.	4 С бр.	5 С яг.	6 С ртр.
Диаметр на середине высоты ($D_{0,5H}$), см	M	1,2	2,1	2,1	4,4	4,2	3,3
	m	0,11	0,12	0,13	0,09	0,11	0,08
	$M_{D90\%}$	2,0	3,0	3,2	5,3	5,3	4,1
	σ	0,75	0,88	1,09	0,88	1,08	0,80
	V, %	64,31	41,50	53,03	19,96	25,98	24,26
	As	1,560	1,066	0,419	0,126	0,075	0,127
	m_{as}	0,3398	0,3163	0,2908	0,2414	0,2379	0,2379
	Ex	2,010	1,002	-0,716	-0,460	-0,845	-0,438
	m_{ex}	0,6681	0,6231	0,5740	0,4783	0,4716	0,4716
Высота (H), см	M	253,6	316,2	226,8	403,9	393,9	329,3
	m	10,63	9,54	12,12	5,28	6,98	5,70
	$M_{D90\%}$	334,8	378,2	320,5	444,3	458,1	372,5
	σ	74,38	7,03	100,03	52,77	70,80	57,82
	V, %	29,33	22,78	44,10	13,07	17,98	17,56
	As	-0,168	-0,121	0,258	-0,071	-0,291	-0,119
	m_{as}	0,3398	0,3163	0,2908	0,2414	0,2379	0,2379
	Ex	-0,698	-0,223	-1,059	-0,222	-0,430	-0,759
	m_{ex}	0,6681	0,6231	0,5740	0,4783	0,4716	0,4716
Относительная высота $H/D_{0,5H}$	M	256,0	161,1	119,5	93,9	97,2	102,4
	m	11,32	5,09	3,64	1,20	1,34	1,19
	$M_{D90\%}$	171,9	126,2	100,6	84,2	85,9	91,0
	σ	79,21	38,43	30,01	12,03	13,63	12,10
	V, %	30,94	23,78	25,11	12,81	14,03	11,82
	As	0,408	0,480	1,165	1,076	0,451	0,641
	m_{as}	0,3398	0,3163	0,2908	0,2414	0,2379	0,2379
	Ex	1,098	-0,101	1,471	2,861	0,087	0,124
	m_{ex}	0,6681	0,6231	0,5740	0,4783	0,4716	0,4616

Примечание: M – среднее; m – ошибка среднего; $M_{D90\%}$ – среднее для занимающих лидирующее положение; σ – дисперсия; V – коэффициент вариации; As – асимметрия; m_{as} – ошибка асимметрии; Ex – эксцесс; m_{ex} – ошибка эксцесса.

В С яг. распределение по $D_{0,5H}$ по показателям асимметрии и эксцесса характеризуется как нормальное. В этом типе леса уже более трети деревьев относятся к более высоким (с 6 по 10) ранговым ступеням толщины с $R_{\text{сред.}} = 1,39-2,38$ и $R_{\text{по } D90\%} = 0,91-1,56$ (табл. 5, 6).

В лесных культурах во всех представленных типах леса распределение по $D_{0,5H}$ по значениям асимметрии и эксцесса в большинстве случаев также характеризуется как нормальное. Уровень изменчивости колеблется от среднего до повышенного. При этом значения АРЧ_{сред.} (0,916–1,164) и АРЧ_{д 90%} (0,761–0,937) заметно меньше, чем у естественного возобновления. В лесных культурах, таким образом, более тонкие (ранговые ступени с 1 по 5) деревья ($R_{\text{сред.}} = 1,39-2,38$ и $R_{\text{д } 90\%} = 0,48-1,01$) и более толстые (ранговые ступени с 6 по 10) ($R_{\text{сред.}} = 1,05-1,58$ и $R_{\text{д } 90\%} = 0,83-1,15$) составляют примерно половину (табл.5, 6).

Т а б л и ц а 5

Распределение общего количества деревьев сосны по условным ступеням

Показатель	Условные ступени диаметра										АРЧ сред.	АРЧ Д 90%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Молодняки сосны естественного происхождения												
С лиш.-бр. (ПП 1)												
Д _{0,5Н}	34,7	26,5	14,3	6,1	0,0	6,1	6,1	2,0	0,0	4,1	2,584	1,550
Н	4,1	6,1	8,2	12,2	8,2	16,3	16,3	12,2	10,2	6,1	1,171	0,887
Н/ Д _{0,5Н}	8,2	12,2	16,3	20,4	20,4	14,3	4,1	2,0	0,0	2,0	1,573	2,343
С бр. (ПП 2)												
Д _{0,5Н}	7,0	22,8	24,6	15,8	14,0	1,8	8,8	3,5	0,0	1,8	2,047	1,434
Н	1,8	3,5	10,5	17,5	10,5	19,3	21,1	8,8	5,3	1,8	1,148	0,960
Н/ Д _{0,5Н}	12,3	5,3	21,1	19,3	15,8	10,5	3,5	3,5	7,0	1,8	1,000	1,280
С яг.(ПП 3)												
Д _{0,5Н}	16,2	20,6	10,3	10,3	8,8	16,2	11,8	1,5	2,9	1,5	2,143	1,407
Н	13,2	14,7	13,2	11,8	5,9	10,3	8,8	16,2	1,5	4,4	1,627	1,151
Н/ Д _{0,5Н}	1,5	14,7	23,5	29,4	10,3	8,8	2,9	4,4	1,5	2,9	1,281	1,521
Лесные культуры												
С бр. (ПП4)												
Д _{0,5Н}	7,0	8,0	13,0	19,0	14,0	11,0	18,0	5,0	4,0	1,0	0,916	0,761
Н	1,0	1,0	10,0	13,0	8,0	24,0	20,0	14,0	5,0	4,0	0,641	0,583
Н/ Д _{0,5Н}	8,0	8,0	27,0	35,0	11,0	6,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,782	0,872
С яг..(ПП 5)												
Д _{0,5Н}	2,9	3,9	17,5	13,6	9,7	17,5	8,7	14,6	3,8	7,8	1,067	0,845
Н	1,9	3,9	7,8	14,6	15,5	16,5	12,6	20,4	5,8	1,0	0,866	0,744
Н/ Д _{0,5Н}	2,9	11,7	16,5	22,3	16,5	13,6	10,7	3,9	1,0	1,0	0,747	0,845
С трг.(ПП 6)												
Д _{0,5Н}	2,9	7,8	17,5	14,6	16,5	14,6	12,6	7,8	3,9	1,9	1,164	0,937
Н	4,9	9,7	8,7	7,8	11,7	19,4	13,6	10,7	5,8	7,8	0,711	0,928
Н/ Д _{0,5Н}	1,9	10,7	17,5	21,4	18,4	10,7	9,7	1,9	2,9	4,9	0,562	0,633

Примечание: АРЧ сред. – амплитуда редукционных чисел (сравнение со значением среднего); АРЧ_{Д 90%} – амплитуда редукционных чисел (сравнение со значениями, занимающими лидирующее положение).

Распределение деревьев по высоте в естественных молодняках в С лиш.-бр. и С бр. согласно величине асимметрии и эксцесса близко к нормальному, т.е. количество деревьев, отстающих в росте (ранговые ступени высоты от 1 до 5, $R_{\text{сред.}} = 0,28-0,93$ и $R_{\text{по Д 90\%}} = 0,31-0,78$) и более крупных (ступени высоты от 6 до 10, $R_{\text{сред.}} = 0,99-1,51$ и $R_{\text{по Д 90\%}} = 0,75-1,30$), примерно одинаково. Вариабельность деревьев по высоте в этих типах леса повышенная, что отразилось в величинах АРЧ_{сред.} (1,148–1,171) и АРЧ_{Д 90%} (0,887–0,960) (табл. 5, 6).

В С яг. высотное распределение деревьев по величине асимметрии близко к нормальному, однако отличается заметным отрицательным эксцессом. Это, в частности, подтверждается очень высоким уровнем изменчивости (высот) и величинами АРЧ_{сред.} (1,627) и АРЧ_{Д 90%} (1,151). Однако и в этом случае количество деревьев, отстающих в росте (ранговые ступени высоты от 1 до 5, $R_{\text{сред.}} = 0,39-1,06$ и $R_{\text{по Д 90\%}} = 0,28-0,75$) и более крупных (ступени высоты от 6 до 10, $R_{\text{сред.}} = 1,19-1,89$ и $R_{\text{по Д 90\%}} = 0,85-1,34$), примерно одинаково (см. табл. 5, 6).

Т а б л и ц а 6

Средние ранговые коэффициенты по условным ступеням

Показатель	Ранг	Условные ступени									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Естественное возобновление											
С лиш.-бр. (ПП 1)											
D _{0,5H}	по сред.	0,47	0,78	0,99	1,22	-	1,75	1,97	2,25	-	2,88
	по Д 90 %	0,28	0,47	0,59	0,73	-	1,05	1,18	1,35	-	1,73
H	по сред.	0,41	0,54	0,66	0,76	0,91	0,99	1,11	1,26	1,36	1,51
	по Д 90 %	0,31	0,41	0,50	0,58	0,69	0,75	0,84	0,96	1,03	1,14
H/ D _{0,5H}	по сред.	0,47	0,64	0,84	0,99	1,14	1,29	1,37	1,57	-	2,00
	по Д 90 %	0,70	0,95	1,24	1,47	1,70	1,92	2,05	2,34	-	2,98
С бр. (ПП 2)											
D _{0,5H}	по сред.	0,46	0,65	0,83	1,06	1,26	1,43	1,70	1,83	-	2,38
	по Д 90 %	0,33	0,45	0,58	0,74	0,88	1,00	1,19	1,28	-	1,67
H	по сред.	0,41	0,61	0,72	0,81	0,93	1,04	1,16	1,26	1,35	1,56
	по Д 90 %	0,34	0,51	0,60	0,68	0,78	0,87	0,97	1,05	1,13	1,30
H/ D _{0,5H}	по сред.	0,64	0,74	0,86	0,96	1,07	1,17	1,27	1,34	1,46	1,61
	по Д 90 %	0,82	0,95	1,11	1,23	1,38	1,50	1,63	1,71	1,87	2,06
С яг. (ПП 3)											
D _{0,5H}	по сред.	0,34	0,53	0,72	0,97	1,24	1,39	1,60	1,81	2,00	2,38
	по Д 90 %	0,22	0,35	0,47	0,63	0,81	0,91	1,05	1,19	1,31	1,56
H	по сред.	0,39	0,57	0,74	0,88	1,06	1,19	1,38	1,53	1,69	1,89
	по Д 90 %	0,28	0,41	0,52	0,62	0,75	0,85	0,98	1,08	1,20	1,34
H/ D _{0,5H}	по сред.	0,53	0,73	0,85	0,97	1,09	1,23	1,41	1,46	1,55	1,77
	по Д 90 %	0,63	0,87	1,01	1,15	1,29	1,46	1,68	1,73	1,84	2,10
Лесные культуры											
С бр. (ПП 4)											
D _{0,5H}	по сред.	0,64	0,75	0,82	0,93	1,00	1,09	1,18	1,28	1,38	1,51
	по Д 90 %	0,53	0,62	0,68	0,77	0,83	0,91	0,98	1,07	1,14	1,26
H	по сред.	0,66	0,76	0,79	0,87	0,92	1,00	1,06	1,12	1,19	1,29
	по Д 90 %	0,60	0,69	0,72	0,79	0,84	0,90	0,97	1,02	1,08	1,17
H/ D _{0,5H}	по сред.	0,79	0,86	0,94	1,02	1,09	1,18	1,28	1,33	1,38	1,53
	по Д 90 %	0,89	0,96	1,05	1,14	1,21	1,31	1,42	1,49	1,54	1,70
С яг. (ПП 5)											
D _{0,5H}	по сред.	0,48	0,59	0,72	0,81	0,93	1,05	1,14	1,24	1,35	1,46
	по Д 90 %	0,38	0,47	0,57	0,64	0,74	0,83	0,90	0,99	1,07	1,15
H	по сред.	0,55	0,67	0,75	0,84	0,94	1,01	1,10	1,19	1,28	1,40
	по Д 90 %	0,47	0,58	0,65	0,73	0,81	0,87	0,95	1,02	1,10	1,20
H/D _{0,5H}	по сред.	0,74	0,82	0,89	0,96	1,03	1,11	1,17	1,26	1,34	1,44
	по Д 90 %	0,84	0,92	1,00	1,08	1,17	1,26	1,33	1,42	1,52	1,63
Сгр. (ПП 6)											
D _{0,5H}	по сред.	0,53	0,63	0,77	0,88	1,01	1,11	1,21	1,31	1,43	1,58
	по Д 90 %	0,43	0,50	0,62	0,71	0,81	0,89	0,97	1,05	1,15	1,27
H	по сред.	0,68	0,74	0,81	0,88	0,95	1,03	1,09	1,16	1,23	1,30
	по Д 90 %	0,60	0,65	0,72	0,78	0,84	0,91	0,96	1,03	1,09	1,15
H/D _{0,5H}	по сред.	0,78	0,85	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,19	1,22	1,29
	по Д 90 %	0,88	0,95	1,02	1,08	1,14	1,20	1,27	1,33	1,37	1,45

В лесных культурах во всех изученных типах леса высотное распределение деревьев по значениям асимметрии и эксцесса в большинстве случаев близко к нормальному. Изменчивость по высоте среднего уровня, что свидетельствует об определенной стабилизации дифференциации деревьев по этому показателю. Значения $APЧ_{\text{сред.}}$ (0,641–0,866) и $APЧ_{D_{90\%}}$ (0,583–0,928) заметно меньше, чем у естественных молодняков. В лесных культурах, таким образом, более тонкие деревья (ранговые ступени с 1 по 5, $R_{\text{сред.}} = 0,55–0,95$ и $R_{\text{по } D_{90\%}} = 0,47–0,84$) и более толстые (ранговые ступени с 6 по 10, $R_{\text{сред.}} = 1,00–1,40$ и $R_{\text{по } D_{90\%}} = 0,87–1,20$), как и в естественных молодняках, составляют примерно половину, однако с некоторым превышением числа более крупных особей.

Рассматривая характеристики распределения по величине относительной высоты ($H/D_{0,5H}$), прежде всего необходимо отметить следующую особенность: большие значения этого показателя свидетельствуют о напряженном состоянии деревьев, т.е. о несоответствии (по сравнению с диаметром) ускоренному росту в высоту из-за повышенной конкуренции. Таким образом, к деревьям с высокими значениями $H/D_{0,5H}$ (ранговые ступени с 6 по 10) относятся, как правило, угнетенные, впоследствии выпадающие особи (см. табл. 5).

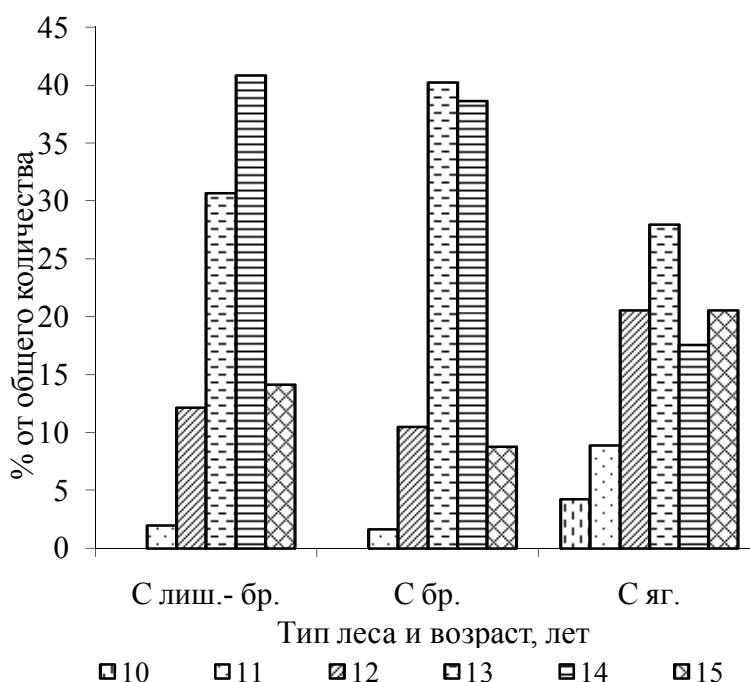
Распределение по относительной высоте ($H/D_{0,5H}$) у естественных молодняков в С лиш.-бр. по показателям асимметрии близко к нормальному, но отличается довольно высоким положительным эксцессом (более острый пик, чем при нормальном распределении). В С бр. значения асимметрии и эксцесса близки к нормальному распределению. Тем не менее, в С лиш.-бр. и С бр. количество деревьев, имеющих меньшие значения $H/D_{0,5H}$ (ранговые ступени высоты от 1 до 5, $R_{\text{сред.}} = 0,47–1,14$ и $R_{D_{90\%}} = 0,70–1,70$) и большие (ступени высоты от 6 до 10, $R_{\text{сред.}} = 1,17–2,00$ и $R_{D_{90\%}} = 1,50–2,98$), примерно одинаково. Вариабельность деревьев по высоте в этих типах леса имеет уровень изменчивости от повышенного до высокого, что отразилось в величинах $APЧ_{\text{сред.}}$ (1,000–1,573) и $APЧ_{D_{90\%}}$ (0,887–0,960).

В С яг. распределение деревьев по $H/D_{0,5H}$ отличается существенными правой асимметричностью и отрицательным эксцессом при повышенном уровне изменчивости и величинами $APЧ_{\text{сред.}}$ (1,281) и $APЧ_{D_{90\%}}$ (1,521). Количество деревьев, имеющих меньшие значения $H/D_{0,5H}$ (ранговые ступени высоты от 1 до 5, $R_{\text{сред.}} = 0,53–1,09$ и $R_{D_{90\%}} = 0,63–1,29$), значительно превышает число имеющих большие значения $H/D_{0,5H}$ (ступени высоты от 6 до 10, $R_{\text{сред.}} = 1,23–1,77$ и $R_{\text{по } D_{90\%}} = 1,46–2,10$).

В лесных культурах С бр. распределение деревьев по $H/D_{0,5H}$ согласно значениям асимметрии и эксцесса отличалось заметной правой скошенностью и выраженным острым пиком, хотя значения $APЧ_{\text{сред.}}$ (0,782) и $APЧ_{D_{90\%}}$ (0,872) и здесь заметно меньше, чем у естественных молодняков в этом же типе леса. Вызвано это тем, что подавляющая часть деревьев – 89 % относится к ранговым ступеням от 1 до 5 ($R_{\text{сред.}} = 0,79–0,89$ и $R_{\text{по } D_{90\%}} = 1,09–1,21$). Хотя остальные (ранговые ступени с 6 по 10) представляют только 11 % от общего количества, они имеют весьма значительные величины $H/D_{0,5H}$ ($R_{\text{сред.}} = 1,18–1,31$ и $R_{\text{по } D_{90\%}} = 1,53–1,70$). Подобные экземпляры, находящиеся в крайне напряженной конкурентной ситуации (высокая густота древостоя), по всей видимости, выпадут в ближайшие годы.

В культурах С яг. и С ртр. распределение для $H/D_{0,5H}$ по показателям асимметрии и эксцесса близко к нормальному, однако количество менее угнетенных деревьев (ранговые ступени с 1 по 5, $R_{\text{сред.}} = 0,71–1,03$ и $R_{\text{по } D_{90\%}} = 0,84–1,17$) несколько превышает число деревьев более угнетенных ранговых ступеней (с 6 по 10, $R_{\text{сред.}} = 1,07–1,44$ и $R_{\text{по } D_{90\%}} = 1,20–1,63$).

Уровень изменчивости $H/D_{0,5H}$ в лесных культурах С бр. и С яг. среднего уровня, а



Распределение деревьев естественного возобновления по возрасту

в С ртр. – низкого. Это свидетельствует о выраженной стабилизации дифференциации деревьев в искусственных и естественных молодняках по этому показателю. Об этом также свидетельствует и сравнительно небольшой размах величин редуцированных чисел $APЧ_{\text{сред.}} = 0,641-0,866$ и $APЧ_{\text{д } 90\%} = 0,583-0,928$.

Различия в распределении деревьев и их дендрометрические характеристики по условным ступеням в естественных молодняках во многом связаны с особенностями их формирования в условиях разных типов леса (см. рисунок). В С лиш.-бр. и С бр. развитие травяного покрова в первые годы довольно незначительно, а возобновление лиственных древесных видов не играет серьезной роли в общей численности [19]. Основным фактором, определяющим рост и дифференциацию деревьев, является густота соснового подроста и, соответственно, внутривидовая конкуренция. В условиях С лиш.-бр. и С бр. процесс естественного возобновления наиболее активен на второй–третий год после пожара и сплошной рубки. Деревья именно этих возрастов (а также уступающие по численности особи, появившиеся в первый год на гари-вырубке) составляют основную и наиболее крупную часть подроста. Некоторую роль в этих типах леса играют и особи, появившиеся на гари-вырубке на 4–5-й годы, но они относятся преимущественно к угнетенным.

В С яг. на вырубках развивается сомкнутый травянистый ярус [19], который оказывает влияние на формирование дендроценоза. В этих условиях процесс естественного возобновления более протяженный во времени. Подрост представлен практически пропорционально экземплярами, появившимися на 1–4-й годы после сплошной рубки. Численность более молодого подроста незначительна. Они же являются наиболее угнетенными.

Заключение. Полученные нами данные впервые позволили установить, что естественные и искусственные молодняки в топоэкологическом профиле четырех типов леса (от сосняка лишайниково-брусничного до сосняка разнотравного) отличаются характерными особенностями ранговой структуры дендрометрических показателей.

Имеющие приблизительно одинаковый биологический возраст дендроценозы (как естественного, так и искусственного происхождения) наиболее четко дифференцированы по высоте и по относительной высоте и значительно меньше – по диаметру на середине высоты ствола.

Сосновые молодняки I класса возраста искусственного происхождения имеют более стабилизированную структуру, более высокие дендрометрические характеристики и их меньшую вариабельность по сравнению с естественными молодняками, но значительно уступают им в густоте дендроценозов.

Создание лесных культур в типах леса С бр. и С яг. малооправдано, поскольку в этих условиях возможно весьма успешное естественное возобновление. По сравнению с искусственными дендроценозами, естественные молодняки в этих типах леса отличаются значительно большей густотой, что в сочетании с особенностями их ранговой структуры позволяет прогнозировать в дальнейшем формирование высокобонитетных и высокополнотных насаждений.

Естественные молодняки сосны в типе леса С лиш.-бр., по всей видимости, в ближайшие годы все же не следует изреживать, поскольку именно очень высокая густота насаждений обеспечивает сохранность дендроценозов в условиях хорошо инсолированных крутых склонов с мелкими каменистыми слабооподзоленными почвами и крайне неустойчивым увлажнением.

Состояние искусственного дендроценоза в типе леса С ртр. не позволяет сделать благоприятный прогноз в отношении дальнейшего формирования соснового насаждения. В этих условиях можно прогнозировать появление хвойно-лиственного, а при активном развитии порослевой березы, и лиственного насаждения с примесью сосны. В этих условиях необходимо внесение корректив в агротехнику создания лесных культур сосны обыкновенной и дальнейших лесоводственных мероприятий.

Таким образом, проведенные исследования, с одной стороны, подтвердили известные ранее положения, касающиеся успешности естественного лесовозобновления и целесообразности создания лесных культур в изученных типах леса, с другой – выявили перспективность использования особенностей ранговой структуры молодняков в сочетании с их составом, густотой и возрастной структурой для прогнозирования дальнейшего лесообразовательного процесса и обоснованного планирования лесохозяйственных мероприятий, в том числе рубок ухода, в целях оптимизации лесопользования.

Список литературы

1. *Теринов, Н.И.* Леса Артинского лесничества (Средний Урал) и их динамика в связи с историей лесного хозяйства / Н.И. Теринов: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Свердловск, 1968. – 24 с.
2. *Залесов, С.В.* Повышение продуктивности сосновых лесов Урала / С.В. Залесов, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. – 330 с.
3. *Луганский, Н.А.* Научное обоснование способов возобновления и формирования молодняков на вырубках сосновых лесов Урала / Н.А. Луганский: автореф. дис... д-ра с.-х. наук. – Алма-Ата, 1974. – 56 с.
4. *Исаева, Р.П.* Лесовосстановление на Урале / Р.П. Исаева, Н.А. Луганский // Лесное хозяйство. – 1981. – № 10. – С. 38–40.
5. *Санников, С.Н.* Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной / С.Н. Санников. – М.: Наука, 1992. – 264 с.
6. *Колесников, Б.П.* Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. – 176 с.
7. *Сукачев, В.Н.* Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии / В.Н. Сукачев. – Л.: Наука, 1972. – 418 с.
8. *Маслаков, Е.Л.* Формирование сосновых молодняков / Е.Л. Маслаков. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 165 с.

9. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer-Verlag, 1964. – 865 s.
10. Westhoff, V. The Braun-Blanquet approach / V. Westhoff, E. van der. Maarel // Classification of plant communities / Ed. R.H. Whittaker. The Hague, 1978. – P. 287–399.
11. Миркин, Б.М. Современная наука о растительности: Учебник / Б.П. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломещ. – М.: Логос, 2000. – 264 с.
12. Моисеев, В.С. Методические указания к таксации молодняков и полога насаждений / В.С. Моисеев, Г.Г. Самойлович. – Л.: ЛТА, 1968. – 102 с.
13. Моисеев, В.С. Таксация молодняков: Учебное пособие / В.С. Моисеев. – Л.: ЛТА, 1971. – 344 с.
14. Огиевский, В.В. Обследование и исследование лесных культур / В.В. Огиевский, А.А. Хиров. – М.: Лесная промышленность, 1964. – 49 с.
15. Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин; 5-е изд. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
16. Соловьев, В.М. Морфология насаждений / В.М. Соловьев. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. академия, 2001. – 155 с.
17. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М.: Гослесбуиздат, 1962. – 178 с.
18. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
19. Иванова, Н.С. Модель формирования структуры древесного яруса на вырубках. Часть 1. Управляющие параметры / Н.С. Иванова, Г.П. Быстрой // Аграрный вестник Урала. –2010. – №5. – С. 85–89.

Статья поступила в редакцию 04.04.11.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (проект 09-П-4-1039).

M. V. Ermakova, N.S. Ivanova

STRUCTURES PECULIARITIES OF *PINUS SYLVESTRIS* L. YOUNG GROWTH OF ARTIFICIAL AND NATURAL ORIGIN AT THE FELLINGS OF THE MIDDLE URALS

*A study of the structure of natural and artificial young growth *Pinus sylvestris* L. was carried out for heterogeneous conditions of the Zauralsky hilly piedmont province (the Middle Urals) in the topoecological profile of four types of pine forests. The method of trees distribution in accordance with the conditional steps of diameter, height and relative height was used. Influence of ecotope and origin (natural - artificial) on forest regeneration intensity, undergrowth density, trees differentiation in height and diameters, specific rank structures formation of young growths were revealed.*

Key words: forest ecosystems, genetic typology, *Pinus sylvestris* L., natural and artificial young growths, trees differentiation, rank distribution.

ЕРМАКОВА Мария Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН. Область научных интересов – морфология насаждений, возобновление леса, лесная экология. Автор 82 публикаций.

E-mail: M58_07E@mail.ru

ИВАНОВА Наталья Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН. Область научных интересов – лесная экология, генетическая типология, динамика лесной растительности. Автор 77 публикаций.

E-mail: i.n.s@bk.ru