

УДК 630*1 (470.343)

СТРУКТУРА ЗЕМЕЛЬ И ЛЕСОВ ЗАПОВЕДНИКА

Ю.П. Демаков

На основе материалов лесоустройства 1994 года проведен детальный анализ структурной организации земель заповедника по категориям их хозяйственного использования и породной структуры лесов, определяющих, в конечном итоге, общий уровень биологического разнообразия территории. Показано, что современный уровень лесистости составляет 94,2%, а из нелесных земель наибольшую долю занимают луга, часть из которых активно зарастает лесом.

На территории заповедника выделено 28 типов леса, которые объединяются в восемь основных групп. Каждый тип леса имеет определенный экологический ареал, т.е. располагается в пределах определенных типов лесорастительных условий (ТЛУ). Наиболее сложна типологическая структура лесов в ТЛУ В₃, где следует ожидать самого высокого уровня видового разнообразия, а наименее сложна – в ТЛУ А₄, В₅ и С₅, где встречается всего по одному типу леса. Каждому ТЛУ и каждой группе типов леса свойственна своя породная структура древостоя. Наиболее сложно устроены древостои в ТЛУ С₃, где в их составе одновременно может участвовать до 7 пород деревьев. Преобладающими являются двухпородные древостои, доля которых особенно велика в борах. Во влажных и сырых субборах преобладают трехпородные древостои. Общая доля шести и семипородных древостоев составляет всего 4,1%.

Доминирует по степени распространения по территории сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Ей несколько уступают береза повислая и пушистая (*Betula pendula*, *Betula pubescens*). Меньше всего распространены пихта сибирская (*Abies sibirica*) и вяз шершавый (*Ulmus glabra*). Каждый вид древесного растения имеет и свой сугубо специфичный характер распределения площади лесов по доле своего участия в составе древостоя. Наиболее узкий экологический ареал с оптимумом в ТЛУ С₃ имеет вяз шершавый.

Средний возраст древостоев основных лесообразующих пород деревьев изменяется от 50 до 112 лет. Самый низкий возраст имеют в заповеднике древостои осины (*Populus tremula*), однако в физиологическом плане они уже довольно стары. То же самое можно сказать об ольхе черной (*Alnus glutinosa*) и липе (*Tilia cordata*), у которых доля древостоев старше 80 лет составляет соответственно 41,3 и 59,2%. Наиболее молодые в физиологическом отношении сосняки. Самый же высокий календарный и физиологический возраст имеют древостои дуба (*Quercus robur*). Наиболее сложную и выровненную (полночленную) возрастную структуру имеют древостои осины, а наименее сложную – сосны обыкновенной, среди которых преобладают средневозрастные и приспевающие насаждения. Наиболее высокий возраст имеют древостои в ТЛУ С₃ и А₅. Наиболее производительными в заповеднике являются осинники, за которыми следуют березняки, сосняки и ельники. Замыкают ранговый ряд черноольшаники и дубняки.

Любая территория представляет собой мозаику биотопов, поскольку не является абсолютно однородной по условиям среды. При этом чем пестрее мозаика территории, тем выше уровень биологического разнообразия на ней. Мозаика биотопов не представляет собой, однако, хаотического нагромождения форм, а характеризуется всегда определенной **структурной организацией**. Структура – фундаментальное свойство материи [2, 12], неотъемлемый атрибут всех систем, отражающий их индивидуальные качества, позволяющий идентифицировать и классифицировать объекты, характеризующий степень **упорядоченности** элементов в них и определяющий их внутренние и внешние связи, а, следовательно, и закономерности функционирования. Познание структуры есть способ познания системы.

Познание закономерностей структурной организации растительного покрова территорий и сообществ – одна из центральных проблем современной экологии. Она существует, вероятно, с момента зарождения биоценологии как науки и, несмотря на большое число разработок [5, 7, 10, 13, 20-24], окончательно до сих пор не решена. Эта проблема неразрывно связана с другой не менее важной проблемой нашего времени – проблемой сохранения биологического разнообразия [8, 9, 11, 14], решение которой является одним из необходимых условий устойчивого развития человечества, о чем свидетельствует принятие в 1992 году Международной Конвенции «О биологическом разнообразии».

Решение проблемы сохранения биоразнообразия невозможно без четкого представления об уровнях организации живой материи: **популяционном, видовом, экосистемном и ландшафтном**. Высший уровень, при этом, определяет, как правило, биоразнообразие низших уровней, т.е. сложность ландшафтов определяет сложность экосистем, видовое и популяционное разнообразие в них. По материалам инвентаризации ландшафтов и типов лесных экосистем с определенной степенью точности можно оценить разнообразие видов растений и животных, обитающих в данной местности. **Решить же обратную задачу практически невозможно**. Между тем наилучшим образом дела обстоят пока только в деле инвентаризации разнообразия видов. Для большинства заповедников и даже регионов России составлены более или менее подробные таксономические списки организмов, выделены редкие и исчезающие виды, выпущены Красные книги. Намного хуже дела обстоят с инвентаризацией и методами оценки экосистемного и ландшафтного биологического разнообразия [1, 3, 4, 6, 15-19].

Целью данной работы являлась оценка текущего разнообразия категорий земель, эдафотопов и породной структуры древостоев заповедника «Большая Кокшага», которые определяют, в конечном итоге, общий уровень биологического разнообразия территории.

Исходными данными для анализа служили материалы лесоустройства 1994 года, на основе которых в системе Excel была сформирована матрица исходных данных, состоящая из более 286 тыс. ячеек (2534 строки, каждая из которых представляет таксационный выдел, и 113 столбцов, соответствующих значениям таксационных показателей насаждений). В зависимости от поставленных целей и задач была проведена автоматическая сортировка этих данных по различным показателям, позволившая провести детальный анализ структуры земель и лесов заповедника.

Для оценки текущего состояния популяций древесных растений использованы два показателя: плотность популяции (P_p) и коэффициент расселения (K_p), значения которых были вычислены по формулам, заимствованным из работы А.И. Швиденко [17]:

$$P_p = 10 \cdot \Sigma(S_i \cdot p_i) / \Sigma S_i;$$

$$K_p = S_{\text{факт.}} / \Sigma S_i;$$

$$S_{\text{факт.}} = \Sigma(S_i \cdot p_i / 10);$$

где S_i – общая площадь лесов эдафотопа, га; $S_{\text{факт.}}$ – фактически занятая породой площадь земель эдафотопа, га; p_i – доля участия породы в составе древостоя.

Общая площадь земель заповедника составляет, по данным лесоустройства, 21554 га. Кроме того, на территории находится четыре участка общей площадью 302,8 га, принадлежащие «де-юре» другим землепользователям, а «де-факто» – заповеднику. Таким образом, площадь заповедника составляет «де-факто» 21856,8 га, из которой 94,2% покрыто лесом. Из нелесных земель, в число которых входят и эти четыре участка, наибольшую площадь (430,8 га, 34%) занимают луга, которые уже активно зарастают лесом (рис. 1). На втором месте по представительности находятся воды (28%), на третьем – дороги и просеки (21%). Наименьшие площади заняты открытыми болотами (8%) и усадьбами (6%). Все эти категории земель, в пределах которых обитают свои специфические комплексы организмов, вносят свой вклад в общий уровень биологического разнообразия территории.

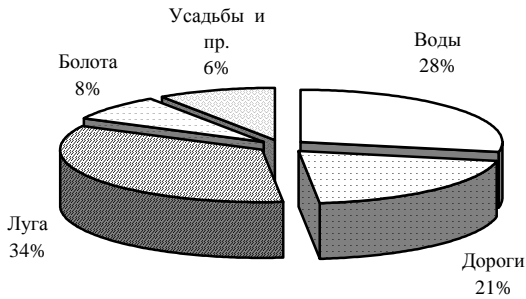


Рис. 1. Распределение нелесных земель заповедника по категориям их занятости.

Экосистемное и видовое биоразнообразие, а также продуктивность лесов определяют, прежде всего, эдафические факторы, под которыми понимается почвенное плодородие и гидрологический режим почв (условия увлажнения), характеризующие особенности конкретного биотопа. Анализ материала показал, что биотопическое разнообразие в заповеднике невелико: на его территории встречается всего три эдафотопы (боры, субори и рамени), в пределах которых выделено 13 типов лесорастительных условий (ТЛУ). Наибольшая доля лесов произрастает в довольно богатых лесорастительных условиях - рамениях, несколько меньшая - в борах (рис. 2). Менее всего распространены в заповеднике субори, хотя их доля также достаточно велика (20,7%). По условиям увлажнения наиболее распространены свежие ТЛУ (табл. 1). Несколько уступают им влажные биотопы, наиболее распространенные в субориях. Доля сухих и заболоченных биотопов в целом очень мала (2,9 и 4,4% соответственно), к тому же первые из них встречаются только в борах.

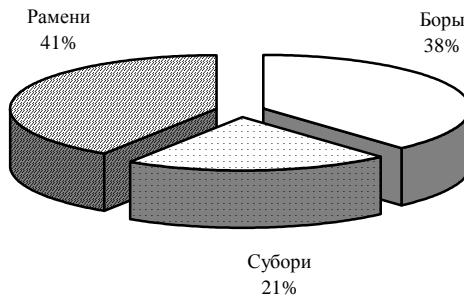


Рис. 2. Распределение площади лесов заповедника по трофотопам.

Характер распределения площади лесов заповедника по ТЛУ

Трофотопы	Площадь лесов по гигротопам (числитель - га, знаменатель - %)					
	1	2	3	4	5	Итого
Боры - А	<u>587,5</u> 2,9	<u>4173,5</u> 20,3	<u>2893,0</u> 14,1	<u>64,5</u> 0,3	<u>189,8</u> 0,9	<u>7908,3</u> 38,5
Суборы - В	<u>0,0</u> 0,0	<u>1320,6</u> 6,4	<u>1967,8</u> 9,6	<u>547,4</u> 2,7	<u>419,8</u> 2,1	<u>4255,6</u> 20,7
Рамена - С	<u>0,0</u> 0,0	<u>3731,1</u> 18,2	<u>1645,1</u> 8,0	<u>2684,7</u> 13,1	<u>295,3</u> 1,4	<u>8356,2</u> 40,7
В целом	<u>587,5</u> 2,9	<u>9225,2</u> 45,0	<u>6505,9</u> 31,7	<u>3296,6</u> 16,1	<u>904,9</u> 4,4	<u>20520,1</u> 100,0

На трехмерном изображении биотопического распределения площади лесов заповедника четко выделяются три «холма», вершины которых находятся в ТЛУ A_2 , C_2 и C_4 (рис. 3). Наиболее высоким является «холм» в ТЛУ A_2 (свежий бор).

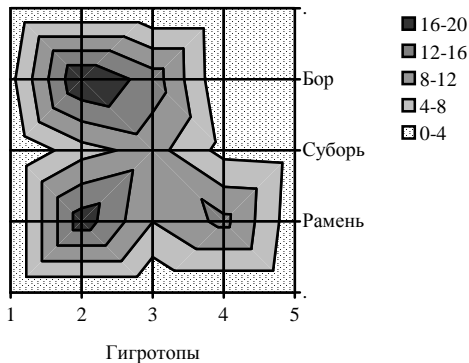


Рис. 3. Контурная диаграмма биотопического распределения площади лесов

О разнообразии наземных экосистем лучше всего судить по характеру распределения типов леса, которых таксаторами в заповеднике выделено 28, объединенных в 8 групп. Самым распространенным типом леса является снытево-липовый (3609 га), на долю которого приходится 17,6% площади насаждений. За ним следуют черничниковый, крапиво-таволговый, брусничниково-черничниковый и брусничниковый типы леса. Наиболее редкими типами леса в заповеднике являются хвощево-папоротниковый (1,1%), сфагновый (0,8%, снытево-медуничный (0,7%), долгомошниковый (0,4%), лишайниковый (0,3%), орляково-кисличниковый (0,23%), пролесниково-липовый (0,18%), гравилатовый (0,17%),

кустарничково-сфагновый (0,11%), снытево-разнотравный (0,09%) и лишайниково-вересковый (0,07%). Замыкает ранговый ряд пролесниково-вересковый тип леса, занимающий всего 8,1 га (0,04%). Ранговое распределение типов леса по их площади лучше всего аппроксимирует уравнение $N_i = N_1 \cdot \exp[-0,242 \cdot (X-1)]^{0,888}$; $R^2 = 0,994$, где N_i – площадь, занятая типом леса i -го ранга, га; N_1 – площадь, занятая доминирующим типом леса (первого ранга), га; X – положение типа леса в ранговом ряду по его площади.

Наиболее распространенной группой типов леса является брусничниковая (рис. 4), на долю которой приходится 26,4% площади насаждений заповедника. На втором месте по представленности находится пойменная группа типов леса (22,1%), на третьем – черничниковая (19,4%). Довольно распространенной группой типов леса является также широколиственная (17,8%). Замыкают ранговый ряд лишайниковая (5%), долгомошниковая (3,7%), кисличниковая (2,85%) и сфагновая (2,75%) группы типов леса.

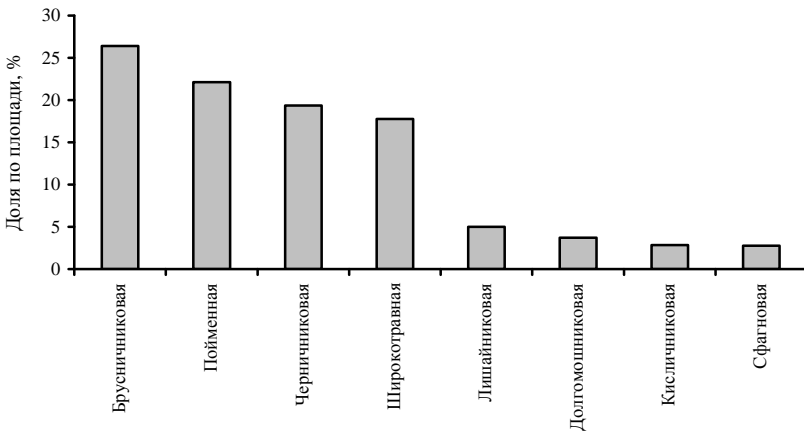


Рис. 4. Ранговое распределение насаждений заповедника по группам типов леса

Каждый тип леса имеет определенный экологический ареал, т.е. располагается в пределах определенных типов лесорастительных условий (табл. 2). Наиболее сложная типологическая структура лесов отмечается в ТЛУ В₃, где находится вершина «холма» (табл. 3, рис. 5) и где следует ожидать самого высокого уровня видового разнообразия, а наименее сложная – в ТЛУ А₄, В₅ и С₅, где встречается всего по одному типу леса. Менее всего выровнена типологическая структура в ТЛУ С₂.

Таблица 2

Характер распределения площади лесов заповедника по ТЛУ и типам леса

Тип леса	Площадь лесов по ТЛУ, га												
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Лишайниковый	70,4												
Лишайниково-вересковый	3,1	11,1											
Лишайниково-мшистый	514,0	427,4											
Брусничниковый		1310,8	2,7			61,9							
Брусничниково-черничниковый		1361,4	435,7			24,0	18,0						
Майниково-брусничниковый						450,4							
Зеленомошниковый		808,7	1,4			274,5							
Кисличниковый						61,0	39,6			91,1	344,3		
Орляково-брусничниковый		254,1				413,3							
Майниково-черничниковый							319,5						
Орляково-черничниковый			207,7			6,3	449,8						
Орляково-кисличниковый							26,0				20,8		
Хвощево-папоротниковый						29,2	196,8						
Черничниковый			2245,5				733,0						
Молиниевое-долгомошниковый							149,6	529,7					
Пролесниково-липовый										11,1	26,0		
Пролесниковый										1,6	6,5		
Снытево-липовый										3609,2			
Снытево-разнотравный										18,1			
Снытево-медуничный											134,8		
Страусниковый											371,6	57,2	
Гравилатовый							35,5						
Долгомошниковый				64,5				17,7					
Кустарниково-сфагновый					23,3								
Крапиво-папоротниковый											741,1	513,1	
Крупнотравно-таволговый												2114,4	295,3
Сфагновый					166,5								
Осоко-сфагновый									419,8				

Таблица 3

Параметры разнообразия типологической структуры лесов в различных ТЛУ

ТЛУ	Число типов леса	Значения индексов структурной организации лесов*		
		Сложности SG	Выравнинности E	Доминирования BP
A ₁	3	1,28	0,43	1,14
A ₂	6	3,89	0,65	3,07
A ₃	5	1,59	0,32	1,29
A ₄	1	1,00	1,00	1,00
A ₅	2	1,27	0,64	1,14
B ₂	8	3,81	0,48	2,93
B ₃	9	4,27	0,47	2,68
B ₄	2	1,07	0,53	1,03
B ₅	1	1,00	1,00	1,00
C ₂	5	1,07	0,21	1,03
C ₃	7	3,28	0,47	2,22
C ₄	3	1,52	0,51	1,27
C ₅	1	1,00	1,00	1,00

Примечание: $SG = 1/\Sigma(p^2)$, $E = SG/k$ (k – число типов леса), $BP = 1/p_{\max}$.

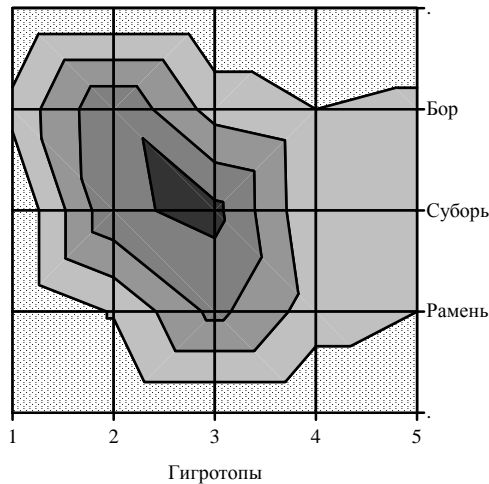


Рис. 5. Изменение индекса сложности типологической структуры лесов заповедника в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка.

Косвенным показателем уровня биологического разнообразия на конкретной территории является видовая (породная) структура древостоя, который является эдификатором в лесных экосистемах, во многом определяя основные параметры их состояния.

На территории заповедника принимает участие в сложении древостоя 15 видов древесных растений, однако в состав преобладающих входят только 8 из них. Каждому ТЛУ и каждой группе типов леса свойственна своя породная структура древостоя (табл. 4, табл. 5).

Таблица 4

Распределение площади лесов по преобладающим породам и ТЛУ

ТЛУ	Площадь лесов (га) по преобладающим породам						
	Сосна	Береза	Ель	Ольха (ч)	Дуб	Осина	Прочие
A ₁	587	0	0	0	0	0	0
A ₂	3858	312	0	0	0	0	0
A ₃	1994	896	3	0	0	0	0
A ₄	65	0	0	0	0	0	0
A ₅	143	0	0	0	0	0	0
B ₂	942	269	81	0	1	27	1
B ₃	588	584	612	0	11	145	28
B ₄	124	420	3	0	0	0	0
B ₅	310	110	0	0	0	0	0
C ₂	339	2295	461	0	83	380	173
C ₃	24	356	270	9	858	90	38
C ₄	0	1378	189	948	142	28	0
C ₅	0	10	0	285	0	0	0
Итого	8974	6630	1619	1242	1095	670	240

Таблица 5

Распределение площади насаждений по преобладающим породам и группам типов леса

Группа типов леса	Площадь насаждений (га) по преобладающим породам						
	Сосна	Береза	Ель	Ольха	Дуб	Осина	Прочие
Лишайниковая	1026	0	0	0	0	0	0
Брусничниковая	4751	558	76	0	0	23	0
Черничниковая	2068	1209	568	0	0	118	0
Долгомошниковая	296	461	4	0	0	0	0
Сфагновая	453	110	0	0	0	0	0
Кисличниковая	36	253	226	0	0	26	42
Широкотравная	344	2245	464	0	71	376	142
Пойменная	0	1794	281	1242	1024	127	56
В целом	8974	6630	1619	1242	1095	670	240

Наиболее распространены в заповеднике древостои с доминированием сосны обыкновенной, площадь которых составляет 8974 га, или 43,8% (рис. 6). На втором месте в ранговом ряду находятся насаждения с преобладанием березы повислой и пушистой (32,4%). Далее с большим отставанием идут насаждения, в которых доминируют ель европейская и финская (7,9%), ольха черная (6,1%), дуб черешчатый (5,3%) и осина (3,3%).

Если же оценивать степень распространения древесных растений не по их доминированию, а по фактически занятой площади с учетом доли их участия в древостое ($S_{\text{факт.}} = \cdot \Sigma(S_i \cdot p_i / 10)$, где $S_{\text{факт.}}$ - площадь биотопа, га; p_i - доля участия породы в составе древостоя), то ранговый ряд выглядит иначе (рис. 7): осина выходит на третье место, ель смещается на пятое, а дуб – на седьмое.

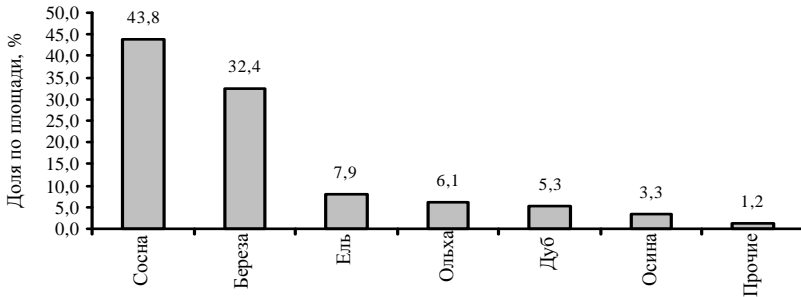


Рис. 6. Ранговое распределение лесов заповедника по преобладающим в них древесным породам.

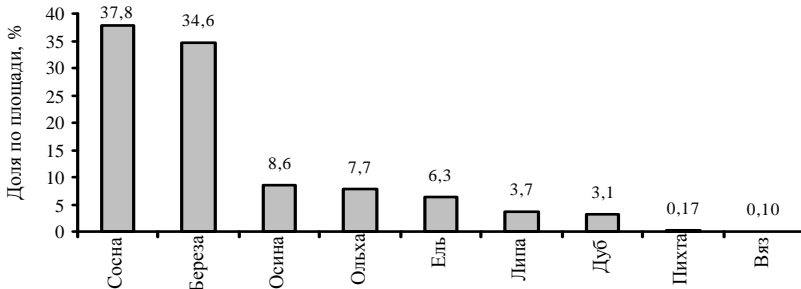


Рис. 7. Ранговое распределение древесных пород по фактически занятой ими площади биотопа с учетом доли участия в сложении древостоя.

Характер распределения площади лесов, занятой деревьями определенного вида (породы) в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка, сугубо специфичен. Так, деревья сосны наибольшую площадь занимают в свежем бору (рис. 8), форма экологического ареала березы имеет вид трилистника с вершинами в ТЛУ C_2 , C_4 и A_2 (рис. 9), что связано как с особенностями структуры биотопов, так и наличием двух экологически различных ее видов: повислой и пушистой. Деревья осины наибольшую площадь занимают в ТЛУ C_2 (рис. 10), а ели – в ТЛУ B_2 и C_2 (рис. 11).

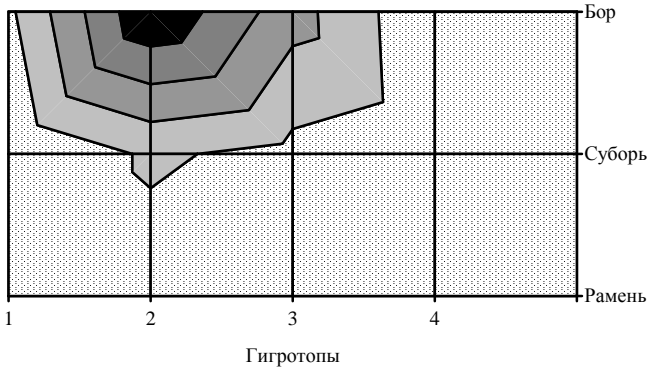


Рис. 8. Характер распределения в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка площади лесов, занятой деревьями сосны.

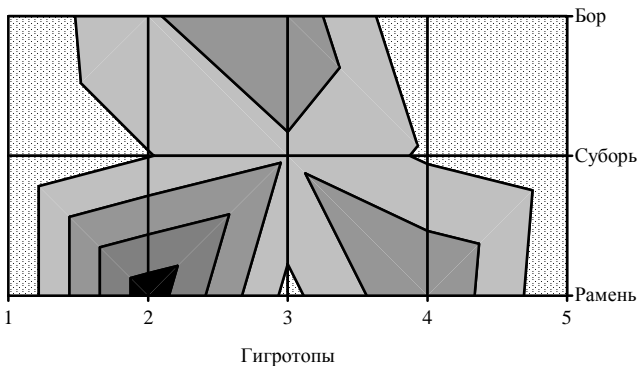


Рис. 9. Характер распределения в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка площади лесов, занятой деревьями березы.

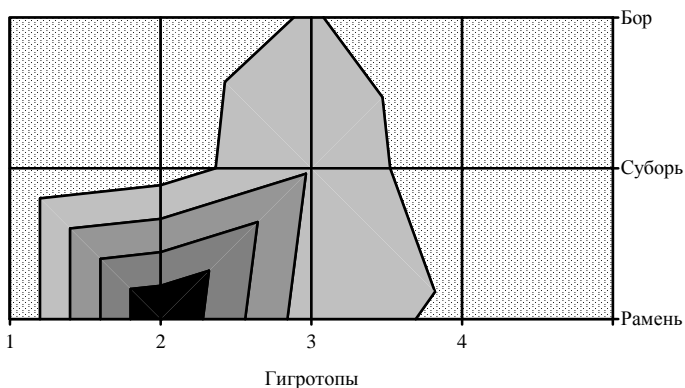


Рис. 10. Характер распределения в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка площади лесов, занятой деревьями осины.

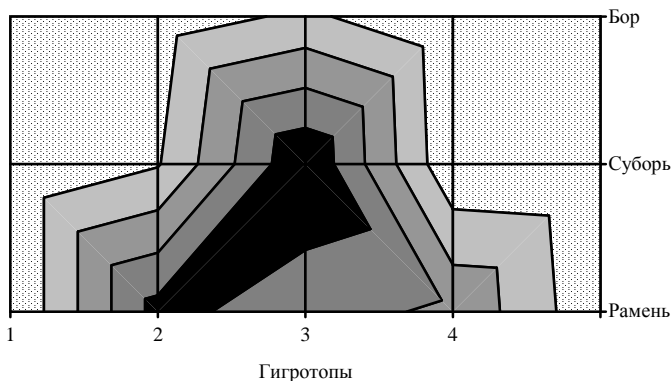


Рис. 11. Характер распределения в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка площади лесов, занятой деревьями ели.

Наиболее сложно устроены древостой в ТЛУ C_3 (рис. 12), где в их составе одновременно может участвовать до 7 пород деревьев (табл. 6). Преобладающими в заповеднике являются двухпородные древостой (48,9%), доля которых особенно велика в боровых условиях. Во влажных и сырых субориях преобладают трехпородные древостой. Однопородные древостой встречаются гораздо реже, чем пятипородные. Общая доля шести и семипородных древостоев составляет всего 4,1%.

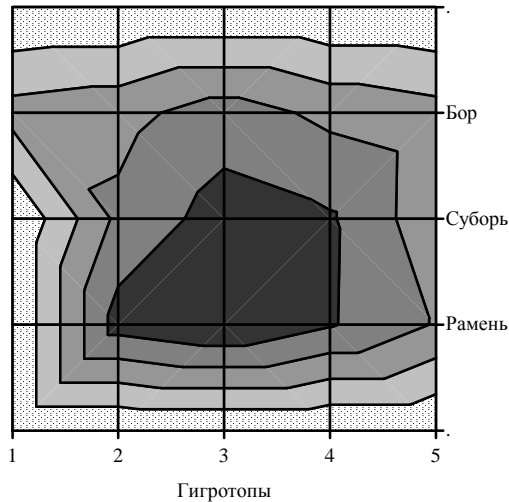


Рис. 12. Характер изменения сложности породной структуры древостоев заповедника в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка (пять градаций от 0 до 4,05).

Таблица 6

Распределение площади лесов по количеству слагающих пород деревьев

ТЛУ	Площадь лесов (%) по количеству слагающих их пород							Среднее число пород
	1	2	3	4	5	6	7	
A ₁	9,5	90,1	0,4					1,91
A ₂	7,2	75,3	14,8	2,7				2,13
A ₃	0,6	42,4	38,1	16,6	2,0	0,3		2,8
A ₄	0,0	81,7	14,4	3,9				2,2
A ₅	19,8	77,2			3,0			1,89
B ₂	2,6	52,7	31,9	10,0	1,2	1,6		2,59
B ₃	2,5	18,2	30,7	26,5	15,5	5,2	1,4	3,56
B ₄	2,1	17,6	37,3	35,2	7,8			3,29
B ₅	20,1	75,6	3,4		0,9			1,86
C ₂	2,6	17,3	30,3	28,2	16,4	4,9	0,2	3,54
C ₃	0,4	10,3	20,7	30,5	31,0	6,4	0,7	4,03
C ₄	3,9	24,0	30,1	28,0	11,4	2,2	0,4	3,27
C ₅	11,7	53,1	24,7	10,5				2,34
В целом	6,9	48,9	23,0	19,2	9,9	3,4	0,7	2,7

Каждый вид древесного растения (породы) имеет свой сугубо специфичный характер распределения площади лесов по доле участия в составе древостоя (рис. 13). Для обобщенного ряда (в целом по лесам заповедника) у большинства пород отмечается резко убывающий (гиперболический) тип распределения, наилучшим образом аппроксимируемый функцией $Y = S_0 / (1 + a \cdot X)^b$, где S_0 – площадь лесов, на которой отсутствует данная порода, га; a , b – безразмерные коэффициенты регрессии, вычисляемые эмпирически. Значение параметров функции приведено в табл. 7. Распределение лесов по доле участия в них деревьев сосны и березы имеет совершенной другой вид: у первой породы кривая вогнута и минимум приходится на древостой, где ее участие составляет 3 единицы; у второй она выпукла и максимум приходится на древостой, где ее участие составляет 1-2 единицы. Данную зависимость аппроксимируют уравнения следующего вида:

- по сосне:

$$Y = 7391,5 - 6883,3 \cdot X^{0,266} \cdot \exp(-0,091 \cdot X), R^2 = 0,986;$$

- по березе:

$$Y = 4606,7 \cdot (X + 0,1)^{0,564} \cdot \exp(-0,421 \cdot (X + 0,1) + (X/2,70)^{48,45} \cdot \exp(-5,749 \cdot X));$$

$$R^2 = 0,986;$$

где Y – площадь лесов с i -ой долей участия породы в составе, га;
 X – доля участия породы в составе.

Таблица 7

Значения параметров функции, описывающей закономерности распределения площади лесов по доле участия пород в составе древостоя

Древесная порода	Значения параметров функции $Y = S_0 / (1 + a \cdot X)^b$			
	S_0	a	b	R^2
Осина	11443,1	0,997	1,907	0,999
Ольха черная	15597,3	32,94	0,756	0,999
Ель	13344,2	6,80	1,053	0,998
Липа	16292,2	9,39	1,097	0,998
Дуб	18433,8	2965,7	0,506	0,999
Пихта	19962,7	87,02	1,115	0,999
Вяз	8092,5	102,0	1,017	0,999

Доля участия древесных пород в сложении лесов в различных эдафотопях заповедника изменяется в очень больших пределах: у большинства пород-лесообразователей (сосны, ели, березы, ольхи черной, осины, липы и дуба) – от 1 до 100%, лишь у пихты сибирской она не превышает 30%, а у вяза – 20% по запасу (табл. 8-15). Не остается постоянным и характер распределения площади лесов по доле участия пород в составе древостоя. Так, к примеру, в ТЛУ A_1 , A_2 , A_5 , B_2 и B_5

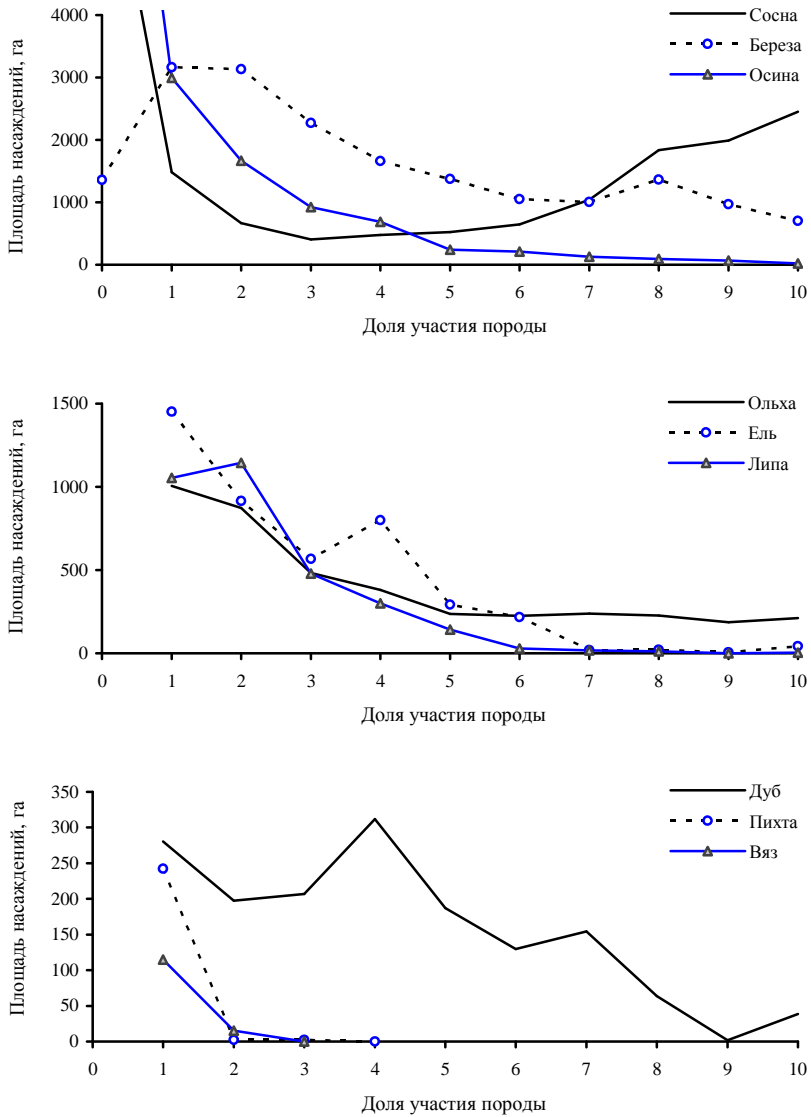


Рис. 13. Характер распределения площади лесов заповедника по доле участия в них древесных пород.

Таблица 8

Распределение площади лесов по доле участия сосны в древостое и степени освоенности ею эдафотопов

ТЛЮ	Площадь лесов (га) по доле участия в них породы										Рп, % *	Кр, % *	
	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
A ₁						4,6	19,1	43,7	53,3	189,3	277,5	91,0	91,0
A ₂	36,8	109,6	53,2	56,3	80,9	146,7	152,8	386,3	734,9	979,2	1342,3	81,4	79,6
A ₃	106,5	236,5	152,8	106,5	155,6	141,7	184,3	300,5	607,2	309,3	319,9	62,1	56,3
A ₄						9,3		23,1	6,6	17,4	8,2	77,3	77,3
A ₅					6,1	4,7	8,3	14,4	2,8	8,3	98,6	89,5	89,5
B ₂	80,0	19,1	47,0	51,6	36,1	44,7	154,0	117,9	176,7	173,0	236,7	68,2	58,7
B ₃	275,8	309,0	77,7	40,9	101,9	68,1	54,1	93,7	161,7	80,0	28,0	36,6	24,0
B ₄	115,2	161,2	12,0	50,3	19,1		0,4	12,6	16,3	64,8	1,7	28,2	23,4
B ₅	2,1	16,0	35,7	1,3	4,1	44,6	13,3	25,7	27,7	92,3	110,7	73,6	65,5
C ₂	696,0	361,6	199,6	83,7	70,2	54,7	59,0	21,4	47,3	74,7	21,5	21,4	9,7
C ₃	105,8	147,5	12,3	16,2	3,4	5,2					4,8	11,9	2,1
C ₄	139,7	120,4	74,1									9,7	1,2
C ₅	9,8											4,0	0,1
Итого	1567,7	1480,9	664,4	406,8	477,4	524,3	645,3	1039,3	1834,5	1988,3	2449,9	59,2	37,8

Примечание: здесь и далее $R_p = 10 \cdot \Sigma(S_i \cdot p_i) / \Sigma S_i$; $K_p = S_{\text{факт.}} / \Sigma S_i$; $S_{\text{факт.}} = \Sigma(S_i \cdot p_i / 10)$; где R_p – плотность популяции вида (средняя доля участия породы в составе древостоя), %; K_p – коэффициент расселения породы (степень освоенности породой площади биотопа), %; S_i – площадь биотопа, га; $S_{\text{факт.}}$ – фактически занятая породой площадь биотопа, га; p_i – доля участия породы в составе древостоя.

Таблица 9

Распределение площади лесов по доле участия березы в древостое и степени освоенности ею эдафотопов

ТЛУ	Площадь лесов (га) по доле участия в них породы											Рп, % *	Кр, %*
	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A ₁	221,9	189,3	53,3	43,7	19,0	4,7						11,6	10,5
A ₂	1102,0	983,5	773,0	423,1	148,7	176,7	66,1	39,8	72,7	73,8	24,8	20,3	18,9
A ₃	251,0	366,1	679,9	284,2	249,2	221,2	248,0	99,9	256,5	97,6	99,8	38,2	37,7
A ₄	8,2	17,4	6,6	23,0		9,3						23,2	23,2
A ₅	70,4	8,3	2,8	18,7	8,3	0,4	6,0					14,7	11,8
B ₂	220,5	206,0	219,7	282,6	76,2	41,4	33,2	68,0	80,5	53,1	4,7	30,6	29,8
B ₃	43,6	217,0	430,5	295,2	220,0	219,4	120,6	195,9	43,3	34,3	91,7	39,9	38,7
B ₄	1,9	67,3	14,9	23,0	16,0	12,7	81,5	27,5	128,6	161,6	12,4	65,5	65,5
B ₅	70,7	92,3	27,7	25,7	13,3	44,6	7,9	9,1	26,4	15,5	46,6	38,4	34,7
C ₂	70,2	357,4	446,2	310,2	474,3	314,1	323,9	229,0	350,8	416,4	295,5	52,2	50,2
C ₃	231,5	340,1	133,5	124,7	117,6	63,9	23,9	67,0	60,9	7,9	2,4	26,1	18,6
C ₄	117,6	244,8	272,9	395,6	282,5	264,1	138,5	260,4	344,0	108,3	127,2	47,4	45,2
C ₅	4,2	75,3	74,0	21,0	36,8			10,0				22,8	17,1
Итого	2413,7	3164,8	3135,0	2270,7	1661,9	1372,5	1049,6	1006,6	1363,7	968,5	705,1	37,0	34,6

Таблица 10

Распределение площади лесов по доле участия ели в древостое и степени освоённости ею эдафотопов

ТЛУ	Площадь лесов (га) по доле участия в них породы											Рп, % *	Кр, %*
	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A ₁	587,1	0,4										4,0	0,0
A ₂	3786,5	244,9	93,5	39,1	3,2	2,3						7,5	0,7
A ₃	1859,0	714,0	160,8	115,7	19,0	21,1			3,4			8,2	2,9
A ₄	62,0	2,5										4,0	0,2
A ₅	138,9	4,3										4,0	0,1
B ₂	955,8	145,6	104,2	13,4	11,2	70,7		9,1	7,0	4,3		17,6	4,9
B ₃	795,8	245,3	187,2	103,2	113,1	250,3	155,6	86,0	3,1	5,5	2,8	29,1	17,4
B ₄	356,4	143,9	36,0		8,8	2,3						6,8	2,4
B ₅	410,5	3,3	6,0									7,9	0,2
C ₂	2212,2	568,0	241,7	157,8	201,7	241,9	34,2	46,6	6,6	4,8		20,1	8,2
C ₃	682,9	161,0	199,9	216,9	108,3	131,2	98,6	40,5		5,8		24,2	14,2
C ₄	1305,8	530,9	397,6	236,7	86,2	79,5	3,1	36,0			2,6	14,3	7,4
C ₅	191,3	31,7	25,3	32,0	15,0							14,1	5,0
Итого	13344,2	2795,8	1452,2	914,8	566,5	799,3	291,5	218,2	20,1	20,4	5,4	18,0	6,3

Таблица 11

Распределение площади лесов по доле участия ольхи черной в древостое и степени освоенности ею эдафотопов

ТЛУ	Площадь лесов (га) по доле участия в них породы											Рп, % *	Кр, %*
	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A ₁												0,0	0,0
A ₂	11,1	14,5										7,4	0,0
A ₃	133,0	72,8	10,8									6,8	0,5
A ₄												0,0	0,0
A ₅			4,3									20,0	0,6
B ₂	16,3	17,0	54,7									15,1	1,0
B ₃	110,4	180,7	107,7	70,7	16,0	12,8						15,7	4,0
B ₄	79,5	79,8	18,7	20,0	18,0	16,0						15,6	6,6
B ₅	4,9	1,6	2,2									9,1	0,2
C ₂	156,4	111,8	25,4						1,1			7,9	0,6
C ₃	202,2	227,8	211,2	65,1	30,0	8,8			60,0			19,5	9,5
C ₄	93,2	300,1	427,2	326,0	316,9	199,5	148,6	202,8	112,2	104,6	174,3	42,9	38,5
C ₅			10,0				76,1	36,0	52,7	81,8	37,6	76,9	76,6
Итого	807,0	1006,1	872,2	481,8	380,9	237,1	224,7	238,8	226,0	186,4	211,9	32,5	7,7

Таблица 12

Распределение площади лесов по доле участия осины в древостое и степени освоенности ею эдафотопов

ТЛУ	Площадь лесов (га) по доле участия в них породы											Рп, % *	Кр, %*
	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A ₁	2,0											4,0	0,0
A ₂	189,4	156,4	22,6	50,5	9,5	11,4						11,9	1,3
A ₃	346,9	445,5	158,2	161,9	32,4	35,5						14,3	5,9
A ₄	11,8											4,0	0,7
A ₅												0,0	0,0
B ₂	116,0	113,7	55,7	75,9	12,1	6,0	10,0	2,6	13,0			18,8	5,8
B ₃	304,1	369,0	242,6	181,1	112,9	8,2	46,0	33,3	36,5	14,1		21,8	14,9
B ₄	91,7	239,7	6,8									8,6	5,3
B ₅	2,2	2,1	1,8									10,8	0,2
C ₂	392,6	792,6	832,8	338,9	376,9	144,3	130,3	66,9	43,4	31,7	9,7	24,8	21,0
C ₃	152,4	430,5	178,0	81,2	118,3	38,0	22,8	12,0	1,6	20,0	6,6	21,0	13,6
C ₄	373,9	433,3	167,3	31,4	26,7		2,9	11,0			4,0	11,9	4,7
C ₅	14,0	10,0										6,5	0,5
Итого	1997,0	2992,8	1665,8	920,9	688,8	243,4	212,0	125,8	94,5	65,8	20,3	19,5	8,6

Таблица 13

Распределение площади лесов по доле участия липы в древостое и степени освоенности ею эдафотопов

ТЛУ	Площадь лесов (га) по доле участия в них породы											Рп, % *	Кр, %*
	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A ₁												0,0	0,0
A ₂	7,2	4,6	2,2									8,5	0,0
A ₃	58,3	14,9	1,4				11,0					12,5	0,4
A ₄												0,0	0,0
A ₅												0,0	0,0
B ₂	20,1	29,3	33,2	5,5				0,4				13,9	0,9
B ₃	103,7	152,3	39,0	6,3	5,7	22,0						12,9	2,2
B ₄												0,0	0,0
B ₅												0,0	0,0
C ₂	596,0	433,9	566,9	176,5	83,1	111,9	11,2	13,1	11,8		3,4	17,5	9,4
C ₃	38,9	185,0	382,0	263,2	210,6	8,4	5,9	4,7				24,6	16,5
C ₄	172,2	202,4	119,8	26,5								11,3	2,2
C ₅	1,7	31,8										9,7	1,1
Итого	998,1	1054,2	1144,5	478,0	299,4	142,3	28,1	18,2	11,8	0,0	3,4	18,0	3,7

Таблица 14

Распределение площади лесов по доле участия дуба в древостое и степени освоенности им эдафотопов

ТЛУ	Площадь лесов (га) по доле участия в них породы											Рп, % *	Кр, %*
	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A ₁												0,0	0,0
A ₂	3,0											4,0	0,0
A ₃	12,3	10,1	1,8									7,7	0,1
A ₄												0,0	0,0
A ₅												0,0	0,0
B ₂	15,9						1,2					7,9	0,1
B ₃	115,0	45,7	29,2	3,5	2,0	3,8	1,3					9,7	1,0
B ₄												0,0	0,0
B ₅												0,0	0,0
C ₂	189,1	147,7	60,2	11,9	27,1	6,5	30,0	3,1			36,0	21,2	2,9
C ₃	75,0	49,7	87,4	125,6	250,9	176,9	71,5	138,7	62,6	1,8	1,7	42,7	27,1
C ₄	53,8	27,4	18,7	65,9	31,9		25,6	12,6	1,2			28,0	2,5
C ₅											1,1	100,0	0,4
Итого	464,1	280,6	197,3	206,9	311,9	187,2	129,6	154,4	63,8	1,8	38,8	31,6	3,1

частотное распределение площади лесов по доле участия в них сосны имеет восходящий j-образный вид, описываемый степенной функцией $Y=aX^b$, в ТЛУ А₃ – куполообразный с максимумом, приходящимся на леса с долей участия сосны 8 единиц, а в остальных ТЛУ – нисходящий s-образный вид, описываемый в основном гиперболой вида $Y=a/(1+vX)^c$. Частотное же распределение площади лесов по доле участия в них березы в ТЛУ А₁, А₂, А₅ и В₂ имеет нисходящий вид, а в остальных эдафотопах - куполообразный с максимумом, приходящимся на леса с самой различной доле ее участия. Распределение площади лесов по доле участия в них ели и вяза во всех ТЛУ имеет нисходящий вид, осины, дуба и липы – в основном куполообразный.

Таблица 15

Распределение площади лесов по доле участия в них пихты и вяза, а также степени освоенности ими эдафотопов

ТЛУ	Площадь лесов (га) по доле участия в них древесной породы				Плотность популяции, %	Коэффициент расселения, %
	+	1	2	3		
Пихта сибирская						
A ₃		11,0			10,0	0,04
B ₂	4,6	21,0			8,9	0,17
B ₃	85,2	57,6			6,4	0,47
C ₂	147,2	118,5	0,8	2,3	6,9	0,50
C ₃	16,4	34,1	1,4		8,4	0,26
C ₄	7,4				4,0	0,01
Итого	260,8	242,2	2,2	2,3	7,1	0,17
Вяз						
C ₂	16,5	2,0	0,8		5,3	0,03
C ₃	72,5	46,9	14,3		7,8	0,64
C ₄	41,4	66,0			7,7	0,31
C ₅	3,3				4,0	0,04
Итого	133,7	114,9	15,1		7,5	0,10

Значения плотности популяций древесных пород и коэффициента их расселения в эдафотопах также изменяются в очень больших пределах. При этом два данных параметра, характеризующие степень распространения пород в лесах заповедника, тесно связаны между собой коррелятивной зависимостью, описываемой степенной функцией $Y=aX^b$, константы которой сугубо специфичны для каждой породы (табл. 16). Популяцией сосны наиболее полно освоены территории в ТЛУ А₁ и А₅ (рис. 14), березы - В₂ (рис. 15), ели - С₃ (рис. 16), осины - С₂ (рис. 17),

липы и дуба - C_3 (рис. 18 и 19), ольхи черной – C_5 (рис. 20). Плотность популяции пихты сибирской наивысших значений достигает в ТЛУ A_3 , а коэффициент же ее расселения наиболее высок в ТЛУ B_3 и C_2 (рис. 21). Вяз имеет наиболее узкий экологический ареал с оптимумом в ТЛУ C_3 (рис. 22).

Таблица 16

Значения параметров функции, описывающей зависимость значений коэффициента расселения древесной породы от плотности ее популяции

Древесная порода	Значения параметров функции $K_p = a \cdot P_p^b$		
	a	b	R^2
Береза	0,600	1,123	0,984
Сосна	0,160	1,408	0,993
Ольха черная	0,060	1,648	0,971
Ель	0,040	1,805	0,947
Осина	0,002	2,815	0,919
Липа	0,001	2,996	0,931

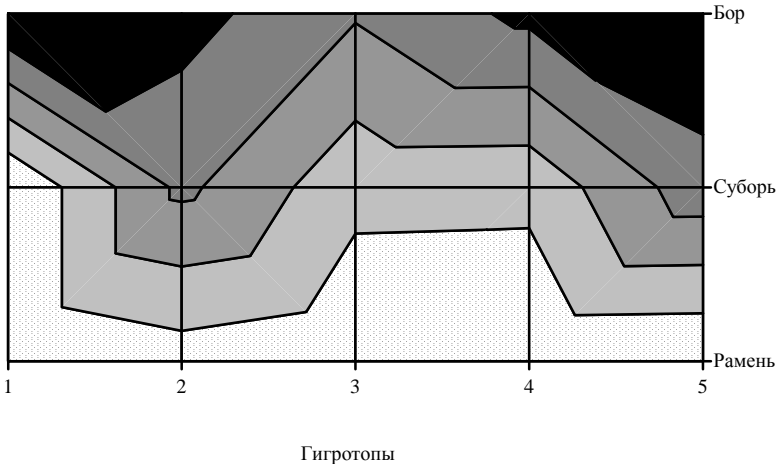


Рис. 14. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции сосны в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 91%).

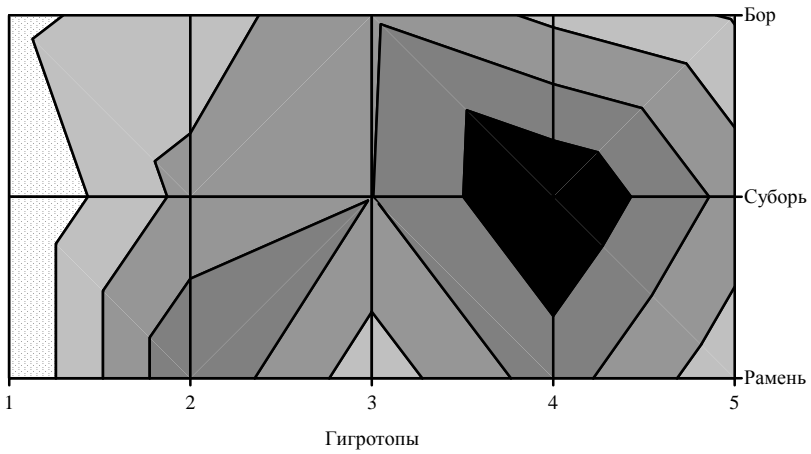


Рис. 15. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции березы в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 65%).

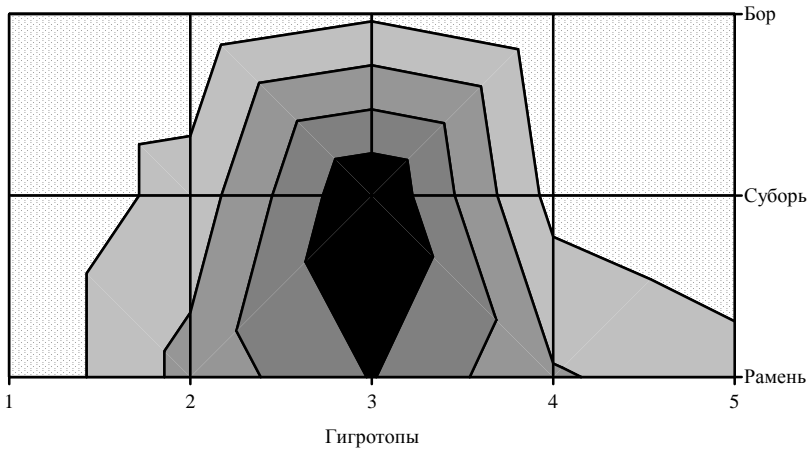


Рис. 16. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции ели в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 17,5%).

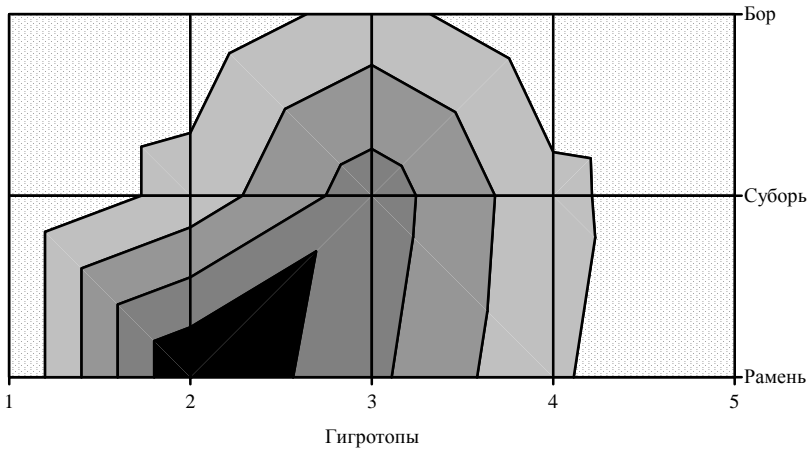


Рис. 17. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции осины в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 21%).

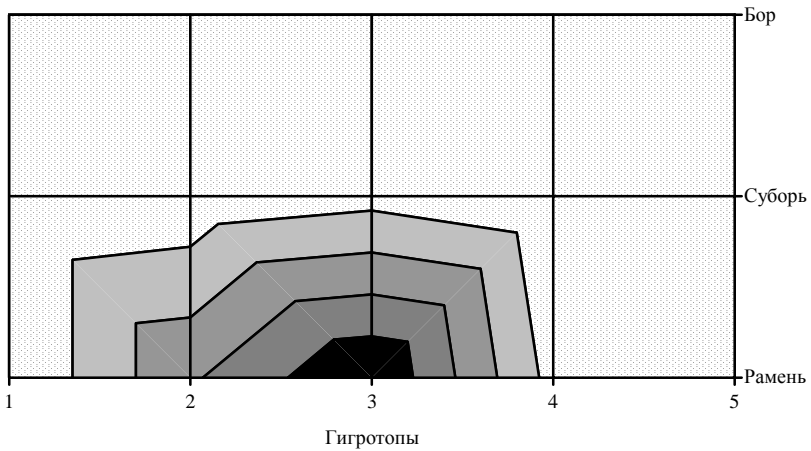


Рис. 18. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции липы в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 16,5%).

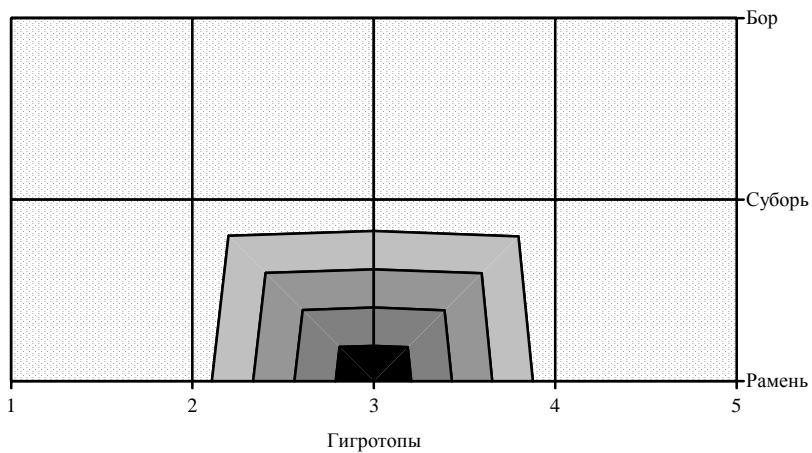


Рис. 19. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции дуба в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 27,5%).

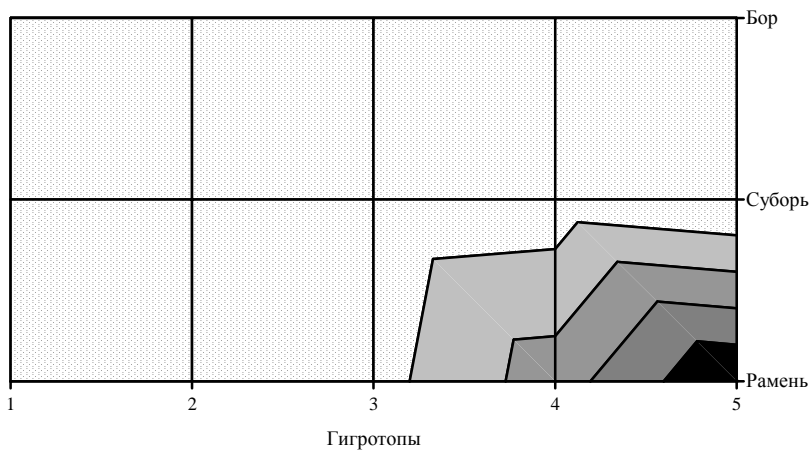


Рис. 20. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции ольхи черной в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 76,5%).

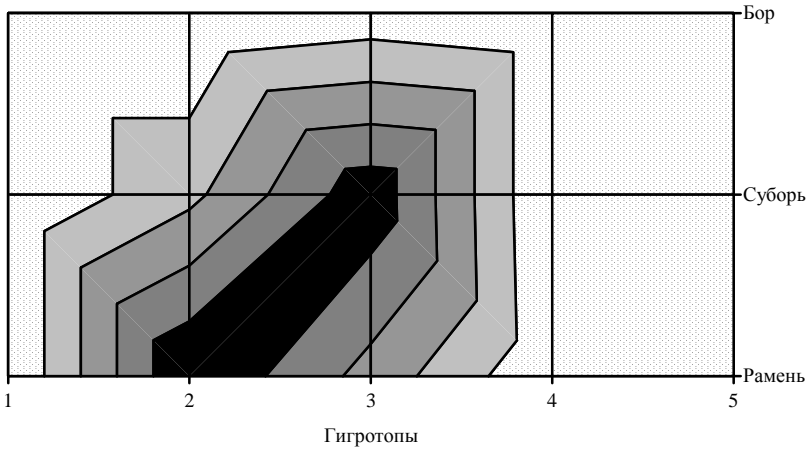


Рис. 21. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции пихты сибирской в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 0,5%).

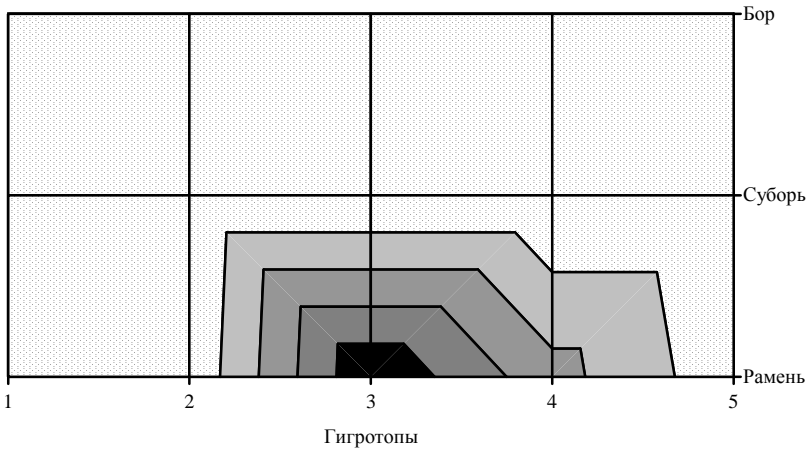


Рис. 22. Характер изменения значений коэффициента расселения популяции вяза в пределах эдафотопов заповедника (пять градаций от 0 до 0,65%).

О степени нарушенности лесов и перспективах их дальнейшего развития можно судить по возрастной структуре древостоев. Анализ исходного материала показал, что средний возраст древостоев основных лесообразующих пород деревьев изменяется от 50 до 112 лет (табл. 17). Самый низкий календарный возраст имеют в заповеднике осинники, однако в физиологическом плане они уже довольно стары. То же самое можно сказать об ольхе черной и липе, у которых доля древостоев старше 80 лет составляет соответственно 41,3 и 59,2%. Наиболее молоды в физиологическом отношении сосняки. Самый же высокий календарный и физиологический возраст имеют древостои дуба. Наиболее сложную и выровненную (полночленную) возрастную структуру имеют осинники, а наименее сложную – сосняки, среди которых преобладают средневозрастные и припевающие древостои. Наиболее высокий возраст имеют древостои в ТЛУ С₃ (в основном дубняки) и А₅ (рис. 23).

Популяции древесных растений заповедника по характеру своей возрастной структуры объединяются в три четко выраженных кластера, в которых сосна стоит особняком (рис. 24).

Таблица 17

Возрастная структура древостоев заповедника

Класс возраста*	Доля площади лесов по преобладающим породам и классам возраста, %						
	Сосна	Ель	Береза	Осина	Ольха черная	Липа	Дуб
1	2,0	7,4	2,6	2,2	0,0	11,1	0,0
2	7,0	4,8	6,7	18,5	9,3	22,4	1,1
3	52,7	13,2	6,2	7,1	15,5	7,1	1,9
4	35,3	30,3	9,1	5,5	9,1	0,3	7,9
5	2,6	29,5	16,9	12,5	13,6	0,0	25,0
6	0,2	14,4	25,7	11,9	7,4	0,0	19,0
7	0,1	0,4	18,4	15,4	3,9	0,0	31,0
8	0,0	0,0	8,2	12,9	31,8	23,4	14,0
выше 8	0,0	0,0	6,1	14,0	9,5	35,8	0,0
Средний возраст, лет	56	73	51	50	53	54	112
Индекс сложности SG	2,45	4,45	6,40	7,55	5,66	3,99	4,52
Индекс Пиелу E	0,27	0,50	0,71	0,84	0,63	0,44	0,50

Примечание: для сосны, ели и дуба класс возраста принят в 20 лет, для остальных пород – 10 лет.

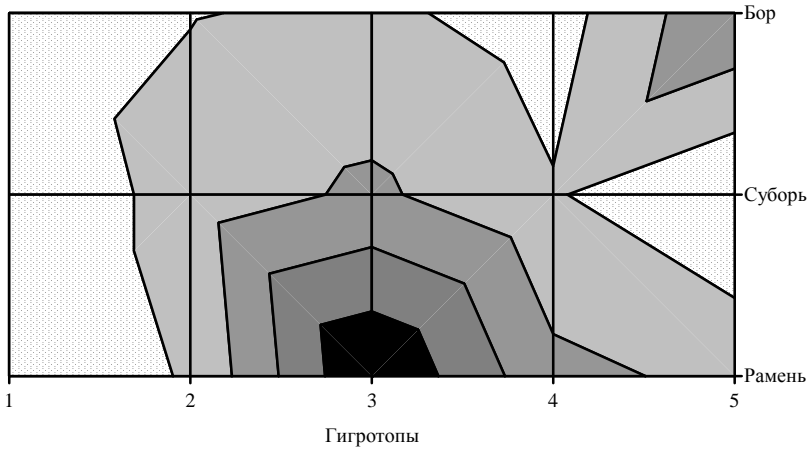


Рис. 23. Характер изменения среднего возраста древостоев заповедника в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка (пять градаций от 45 до 90 лет).

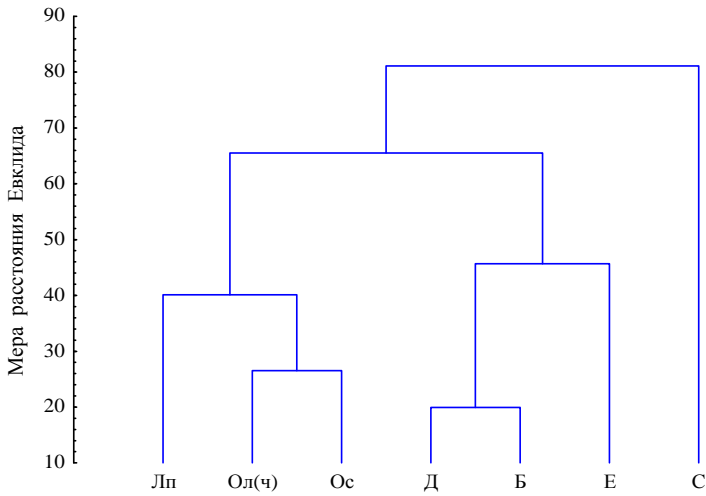


Рис. 24. Дендрограмма сходства возрастной структуры древостоев основных лесобразующих пород заповедника, построенная способом Варда.

Одним из важнейших показателей, отражающих производительность древостоев, является класс бонитета. Анализ данных показал, что он, как и другие показатели, изменяется в очень больших пределах (табл. 18). Этот факт еще раз свидетельствует о большом разнообразии условий произрастания лесов. Наиболее производительными являются осинники, за которыми следуют березняки, сосняки и ельники. Замыкают ранговый ряд черноольшаники и дубняки.

Наиболее сильно варьирует производительность сосняков и березняков, что указывает на их высокую экологическую пластичность. Достаточно сложную и выровненную бонитетную структура имеют липняки, древостои которых I, II и III классов бонитета занимают почти одинаковые площади. Самая простая структура отмечается у дубняков, основная часть (84,3%) которых отнесена к III классу бонитета. Достаточно проста она также у осинников и черноольшаников.

Популяции древесных растений заповедника по характеру своей бонитетной структуры объединяются в два четко выраженных кластера, в один из которых входят дуб и ольха черная (рис. 25).

Таблица 18

Структура древостоев заповедника по классам бонитета

Класс бонитета	Доля площади лесов по преобладающим породам и бонитету, %							
	Сосна	Ель	Береза	Осина	Ольха черная	Липа	Дуб	В целом
I ^b			0,1					0,01
I ^a	3,9	0,7	7,5	14,7				4,7
I	53,5	48,4	45,4	66,2	3,7	35,2		44,8
II	32,7	43,3	38,4	19,1	60,7	38,5	14,9	35,8
III	4,8	7,6	6,9		35,6	26,3	84,3	12,0
IV	3,1		1,1				0,8	1,7
V	1,8		0,6					1,0
V ^a	0,2							0,1
Средний класс бонитета	1,56	1,58	1,50	1,04	2,32	1,91	2,86	1,65
Размах классов бонитета	7	4	7	3	3	3	3	8
Индекс сложности SG	2,51	2,34	2,74	2,01	2,01	2,93	1,36	2,89
Индекс Пиелу E	0,36	0,59	0,39	0,67	0,67	0,98	0,45	0,36

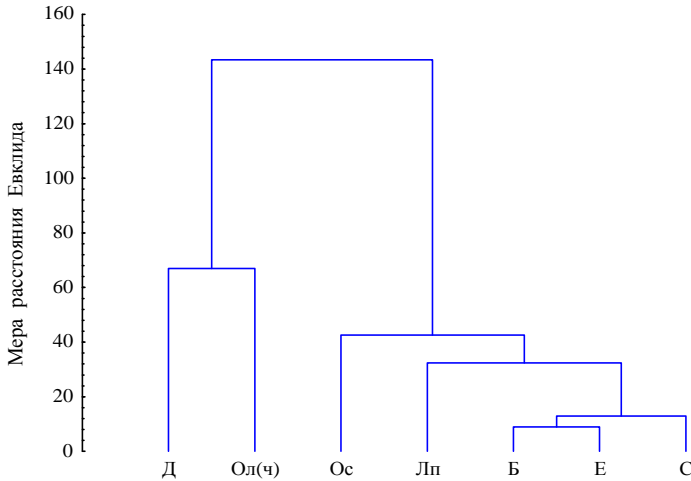


Рис. 25. Дендрограмма сходства структуры древостоев основных лесообразующих пород заповедника по классам бонитета, построенная способом Варда.

Важную информацию о состоянии лесов, их производительности и уровне биологического разнообразия можно почерпнуть при анализе особенностей структурной организации древостоев по показателю их относительной полноты. Анализ исходного материала показал, что полнота древостоев заповедника изменяется в очень больших пределах (табл. 19), что связано как с естественными, так и антропогенными причинами. Большая часть древостоев имеет высокую или среднюю полноту. Наиболее сомкнутыми являются березняки и осинники, которым несколько уступают сосняки. Замыкают ранговый ряд черноольшаники и дубняки.

Наиболее сложную и выровненную структуру по данному показателю имеют липняки, а самую простую – дубняки, полнота большинства которых не превышает 0,6 относительных единиц. Наибольшая полнота присуща древостоям, произрастающим во влажных и сырых борах, свежих и сырых суборах, а также свежих раменах (рис. 26). Самую низкую полноту имеют древостои в заболоченных суборах, сырых и влажных раменах.

Популяции древесных растений заповедника по характеру своей полнотной структуры объединяются в два четко выраженных кластера, в один из которых входят береза, осина и сосна (рис. 27).

Структура древостоев заповедника по относительной полноте

Класс полноты	Доля площади лесов преобладающим породам и по полноте, %							
	Сосна	Ель	Береза	Осина	Ольха черная	Липа	Дуб	В целом
0,3	0,04	0,00	0,00	0,10	0,00	8,48	0,00	0,12
0,4	1,89	8,27	0,81	0,06	1,65	0,00	6,22	2,18
0,5	2,40	6,10	6,05	4,37	25,49	13,57	50,67	8,05
0,6	8,74	35,02	9,62	10,64	23,57	16,92	33,63	13,49
0,7	29,74	33,16	15,84	26,74	30,75	29,18	9,24	24,37
0,8	43,35	14,73	32,47	19,99	14,96	8,78	0,11	32,36
0,9	12,02	1,40	25,82	32,74	2,82	1,02	0,12	15,01
1,0	1,83	1,32	9,38	5,36	0,76	22,05	0,00	4,42
Средняя полнота	0,75	0,65	0,79	0,78	0,64	0,70	0,55	0,74
Индекс сложности SG	3,34	3,77	4,57	4,26	4,19	5,11	2,62	4,68
Индекс Пиелу E	0,42	0,47	0,57	0,53	0,52	0,64	0,33	0,58

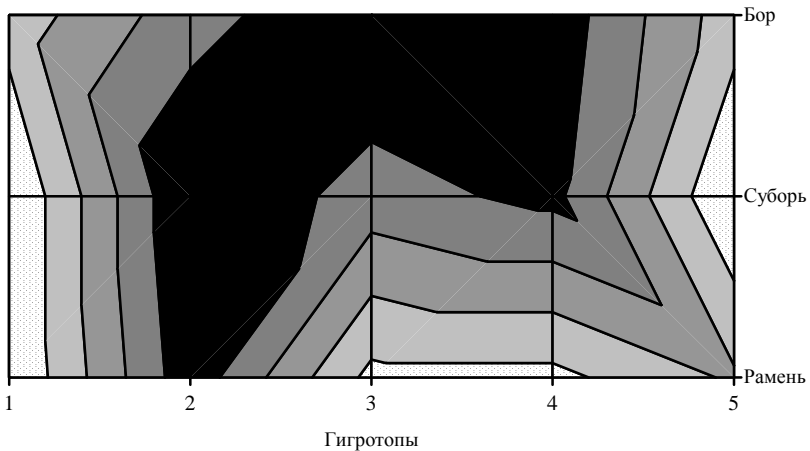


Рис. 26. Характер изменения средней полноты древостоев заповедника в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка (пять градаций от 0,63 до 0,77).

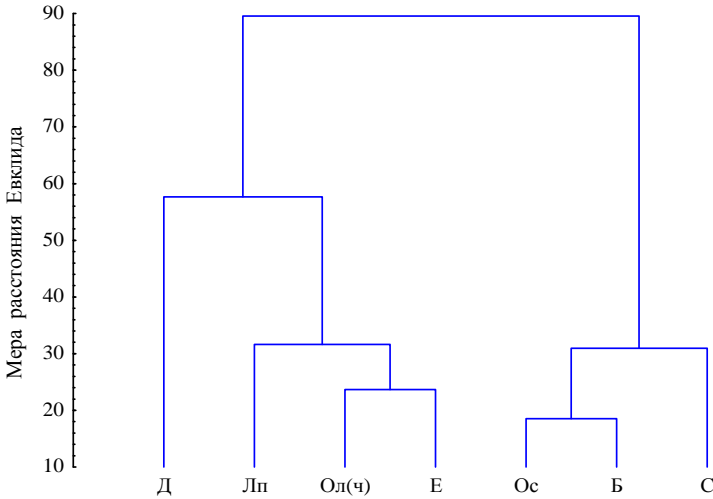


Рис. 27. Дендрограмма сходства структуры древостоев основных лесобразующих пород заповедника по их относительной полноте, построенная способом Варда.

Еще один фактор, определяющий состояние лесов и уровень биологического разнообразия в них, - пространственная неоднородность растительного покрова. Её отображением, фиксируемым при лесоустройстве, является мозаика таксационных выделов, отражающая как естественную неоднородность почвенно-гидрологических условий и рельефа местности, так и хозяйственной деятельности человека. Каждому выделу, который является элементарной ландшафтной единицей – фацией, присущи свои эдафические условия и свой набор биоты. Чем пестрее мозаика выделов, тем выше уровень биологического разнообразия территории, что связано отчасти с экотонными эффектами.

Анализ данных показал, что размер выделов на территории заповедника изменяется в очень больших пределах: от 0,2 до 93 га (табл. 20). Средний размер выдела составляет 8,1 га, изменяясь по ТЛУ от 3,25 (в B_5) до 11,81 га (в C_5). Наиболее высоких значений средний размер таксационных выделов достигает в сырых и заболоченных раменах (рис. 28). Характер распределения статистических рядов по показателям асимметрии, эксцесса и индекса Блэкмена ($J_B = S_x^2 / M_x$) резко отличается от нормального гауссовского. Для описания функции распределения выделов по их площади лучше всего подходит функция $Y=100 \cdot [1 -$

$\exp(-a \cdot S^b)]^c$, параметры которой представлены в табл. 21, а графическое изображение – на рис. 29.

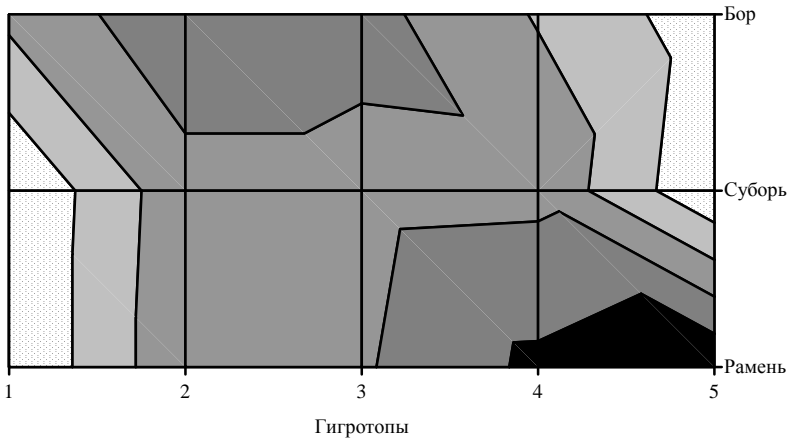


Рис. 28. Характер изменения среднего размера таксационного выдела лесов заповедника в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка (пять градаций от 3 до 12 га).

Таблица 20

Параметры распределения размера таксационных выделов в заповеднике по типам лесорастительных условий

ТЛУ	Значения статистических показателей							
	N	min	max	Mx	Sx	As	E	J _B
A ₁	99	0,2	37,0	5,93	7,08	2,31	5,98	8,45
A ₂	463	0,3	61,0	9,10	9,67	2,28	6,56	10,28
A ₃	367	0,3	63,0	7,92	9,02	2,79	10,69	10,27
A ₄	10	0,6	18,0	6,45	6,19	0,89	-0,36	5,94
A ₅	38	0,4	14,0	3,77	2,75	1,72	3,99	2,01
B ₂	171	0,2	93,0	7,79	9,65	4,77	35,80	11,95
B ₃	256	0,4	54,0	7,79	8,66	2,16	5,26	9,63
B ₄	69	0,3	59,0	7,94	11,35	3,07	10,31	16,22
B ₅	130	0,2	28,0	3,25	3,96	3,10	13,23	4,83
C ₂	470	0,3	67,0	8,01	9,31	2,83	11,03	10,82
C ₃	201	0,4	60,0	8,20	10,27	2,72	8,28	12,86
C ₄	254	0,4	85,0	10,59	12,10	2,77	9,82	13,83
C ₅	25	1,1	32,0	11,81	8,77	0,68	-0,49	6,51

Таблица 21

Параметры эмпирической интегральной функции распределения плотности частоты встречаемости таксационных выделов в заповеднике от их площади

ТЛУ	Значение параметров функции $Y=100 \cdot [1 - \exp(-a \cdot S^b)]^c$				
	N	a	b	c	R ²
A ₁	99	1,822	0,365	10,36	0,997
A ₂	463	0,468	0,626	2,50	0,998
A ₃	367	2,055	0,309	18,72	0,998
A ₄ + A ₅	48	1,784	0,451	12,83	0,992
B ₂	171	0,482	0,688	2,65	0,998
B ₃	256	2,793	0,259	42,24	0,998
B ₄ + B ₅	199	4,376	0,199	123,68	0,998
C ₂	470	1,431	0,387	9,20	0,999
C ₃	201	6,090	0,148	1352,8	0,998
C ₄ + C ₅	279	0,970	0,458	6,77	0,998

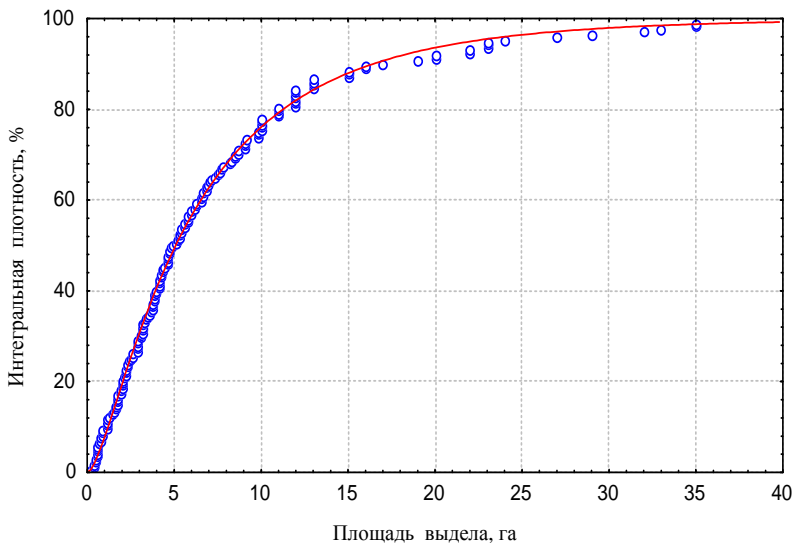


Рис. 29. Эмпирическая интегральная функция распределения плотности частоты встречаемости выделов от их площади в ТЛУ В₂.

На основе проведенного анализ структуры земель и лесов заповедника «Большая Кокшага» можно сделать следующие выводы.

1) Уровень лесистости территории очень высок (94,2%); из нелесных земель наибольшую долю (34%) занимают луга, за ними следуют воды (28%), дороги и просеки (21%), болота (8%) и усадьбы (6%).

2) На территории встречается всего три эдафотопов (боры, субори и рамени), в пределах которых выделено на 13 типов лесорастительных условий (ТЛУ); наибольшая доля лесов (40,7%) произрастает в раменах, несколько меньшая (38,5%) - в борах.

3) По условиям увлажнения наиболее распространены свежие ТЛУ, особенно в борах; доля сухих и заболоченных биотопов очень мала.

4) На территории выделено 28 типов леса, которые объединяются в восемь основных групп. Самым распространенным типом леса является снытево-липовый, на долю которого приходится 17,6% площади насаждений. За ним следуют черничниковый, крапиво-таволгтовый, брусничниково-черничниковый и брусничниковый типы леса. Наиболее редкими типами леса являются хвощево-папоротниковый (1,1%), сфагновый (0,8%), снытево-медуничный (0,7%), долгомошниковый (0,4%), лишайниковый (0,3%), орляково-кисличниковый (0,23%), пролесниково-липовый (0,18%), гравилатовый (0,17%), кустарничково-сфагновый (0,11%), снытево-разнотравный (0,09%) и лишайниково-вересковый (0,07%). Замыкает ранговый ряд пролесниковый тип леса, занимающий всего 8,1 га (0,04%).

5) Каждый тип леса имеет определенный экологический ареал, т.е. располагается в пределах определенных типов лесорастительных условий. Наиболее сложная типологическая структура лесов отмечается в ТЛУ В₃, где находится вершина «холма» и где следует ожидать самого высокого уровня видового разнообразия, а наименее сложная – в ТЛУ А₄, В₅ и С₅, где встречается всего по одному типу леса.

6) Наиболее распространенной группой типов леса является брусничниковая (26,4%). За нею следуют пойменная (22,1%) и черничниковая (19,4%) группы типов леса. Замыкают ранговый ряд лишайниковая (5%), долгомошниковая (3,7%), кисличниковая (2,85%) и сфагновая (2,75%) группы типов леса.

7) В сложении древостоя принимают участие 15 видов древесных растений, однако в состав преобладающих входят только 8 из них. Каждому ТЛУ и каждой группе типов леса свойственна своя породная структура древостоя. Наиболее распространена на территории сосна обыкновенная. Ей несколько уступает береза. Далее с большим отстава-

нием идут осина, ольха черная, ель, липа и дуб. Меньше всего распространены пихта сибирская и вяз шершавый.

8) Характер распределения площади лесов, занятой деревьями определенного вида (породы) в пределах эдафической сетки П.С. Погребняка, сугубо специфичен. Каждый вид древесного растения имеет и свой сугубо специфичный характер распределения площади лесов по доле участия в составе древостоя. Наиболее узкий экологический ареал с оптимумом в ТЛУ C_3 имеет вяз шершавый.

9) Преобладающими в заповеднике являются двухпородные древостои, доля которых особенно велика в боровых условиях. Во влажных и сырых субориях преобладают трехпородные древостои. Наиболее сложно устроены древостои в ТЛУ C_3 , где в их составе одновременно может участвовать до 7 пород деревьев.

10) Средний возраст древостоев основных лесообразующих пород деревьев изменяется от 50 до 112 лет. Самый низкий календарный возраст имеют в заповеднике осинники, однако в физиологическом плане они уже довольно стары. То же самое можно сказать об ольхе черной и липе, у которых доля древостоев старше 80 лет составляет соответственно 41,3 и 59,2%. Наиболее молоды в физиологическом отношении сосняки. Самый же высокий календарный и физиологический возраст имеют древостои дуба.

11) Наиболее сложную и выровненную (полночленную) возрастную структуру имеют осинники, а наименее сложную – сосняки, среди которых преобладают средневозрастные и приспевающие древостои.

12) Наиболее высокий возраст имеют древостои в ТЛУ C_3 и A_5 .

13) Класс бонитета древостоев, как и другие их таксационные показатели, изменяется в очень больших пределах, что свидетельствует о большой вариабельности условий произрастания лесов. Наиболее сильно варьирует производительность сосняков и березняков, что указывает на их высокую экологическую пластичность. Довольно сложную и выровненную бонитетную структура имеют липняки. Самая простая структура отмечается у дубняков, основная часть (84,3%) которых отнесена к III классу бонитета. Достаточно проста она также у осинников и черноольшаников. Наиболее производительными являются осинники, за которыми следуют березняки, сосняки и ельники. Замыкают ранговый ряд черноольшаники и дубняки.

14) Полнота древостоев изменяется от 0,3 до 1,0 относительных единиц, что связано как с естественными, так и антропогенными причинами. Большая часть древостоев имеет высокую или среднюю полноту. Наиболее сомкнутыми являются березняки и осинники, которым не-

сколько уступают сосняки. Замыкают ранговый ряд черноольшаники и дубняки.

15) Наиболее сложную и выровненную структуру по полноте имеют липняки, а самую простую – дубняки, полнота большинства которых не превышает 0,6 относительных единиц. Наибольшая полнота присуща древостоям, произрастающим во влажных и сырых борах, свежих и сырых суборах, а также свежих раменах. Самую низкую полноту имеют древостои в заболоченных суборах, сырых и влажных раменах.

16) Размер таксационных выделов на территории изменяется в очень больших пределах: от 0,2 до 93 га. Средний размер выдела составляет 8,1 га, изменяясь по ТЛУ от 3,25 до 11,81 га. Наиболее высоких значений средний размер таксационных выделов достигает в сырых и заболоченных раменах. Характер распределения статистических рядов по показателям асимметрии, эксцесса и индекса Блэкмена резко отличается от нормального гауссовского. Для описания интегральной вероятности плотности распределения выделов по их площади лучше всего подходит функция $Y=100 \cdot [1 - \exp(-a \cdot S^b)]^c$.

17) Со временем будут возрастать позиции ели и липы за счет снижения площадей, занятых березняками, осинниками и дубравами. Позиции других древесных пород останутся неизменными.

18) Таксационные описания насаждений являются вполне надежной основой для изучения структуры лесов; имеющиеся погрешности, обусловленные некачественной работой таксаторов, с лихвой компенсируются большим объемом массовых исходных данных и всеобщностью охвата территории.

Библиографический список

1. Биологическое разнообразие растительного покрова Национального парка «Марий Чодра» / Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Бекмансуров М.В., Богданов Г.А., Дорогова Ю.А. и др. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2003. 136 с.
2. Веденов М.Ф., Кремянский В.И. Соотношения структуры и функции в живой природе. – М.: Знание, 1966. 48 с.
3. Ермаков В.Е., Машковский В.П. Распределение плотности вероятностей коэффициентов видового состава в сосновых лесах // ИВУЗ: Лесн. журн., 1990. №5. С.7-9
4. Коровин В.В., Ханбеков Р.И., Савченко А.В., Мальшукова Н.В. Фитоценоотическое разнообразие в лесах Ветлужско-Унженской низменности // Лесн. хоз-во. 2000. № 3. С. 33-35.
5. Левич А.П. Структура экологических сообществ. – М., 1980. 180 с.
6. Лосицкий К.Б., Чуенков В.С. Эталонные леса. – М.: Лес. пром-сть, 1980. 192 с.

7. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М.: Наука, 1983. 134 с.
8. Мордкович В.Г. Проблема биоразнообразия и ее экологическое значение // Сибирский экологический журнал. 1994. Т. 1. № 6. С. 497-501.
9. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. 184 с.
10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. 287 с.
11. Пузаченко Ю.Г. Биологическое разнообразие, устойчивость и функционирование // Проблемы устойчивости биологических систем: Сб. науч. ст./Ин-т эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова. – М.: Наука, 1992. С. 5-32.
12. Свидерский В.И. О диалектике элементов и структуры в объективном мире и в познании. – М.: Соцэкгиз, 1962. 275 с.
13. Чернов Ю.И. О некоторых индексах, используемых при анализе структуры животного населения суши // Зоол. журн. 1971. Т. 50. Вып. 7. С. 1079-1092.
14. Чернов Ю.И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи современной биологии. 1991. Т. 111. № 4. С. 499-507.
15. Чешуин Е.Н. Видовая структура и продуктивность древостоев в борových условиях Марийского Заволжья // Сб. тез. докл. студентов, аспирантов, докторантов по итогам научно-техн. конф. МарГТУ в 2004 г. – Йошкар-Ола, 2004. С. 56-57.
16. Чешуин Е.Н. Структура, рост и продуктивность древостоев на песчаных почвах Марийского Заволжья: роль породного состава и эдафических факторов. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук по спец. 03.00.16. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. 22 с.
17. Швиденко А.И. Ареал пихты и плотность ее популяций на Советской Буковине // Лесоведение. 1986. № 4. С. 63-69.
18. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика) / Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н., Коломыцев В.А. и др. – Петрозаводск: КНЦ АН СССР, 1990. 284 с.
19. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика) / Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н., Коломыцев В.А. и др. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 1995. 194 с.
20. Dennis B., Patil G.P. Species abundance, diversity and environmental predictability // Ecological diversity in theory and practice / Eds. Grassie J.F., Patil G.P., Smith W., Taillie Ch. Statistical ecology. 1979. V. 6. P. 93-114.
21. Hurbert S.H. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters // Ecology. 1971. V. 52. N 4. P. 577-586.
22. Margalef R. Some comments relative to the organization of plankton // Annu. Rev. Oceanogr. and Mar. Biol. 1967. V. 5. P. 257-289.
23. Odum E.P. Ecology and our endangered life-support systems. Sunderland. Massachusetts: Sinauer Associates, Ins., 1989. 283 p.
24. Pielou E.C. Ecological Diversity. – Sydney, Toronto: Wiley Intersci. Publ. 1975. 165 p.

STRUCTURE OF LANDS AND FORESTS IN THE RESERVE

Yu.P. Demakov

Based on the data obtained by the forest assessment of 1994, structural organization of the Reserve lands was analyzed in detail, in concern to the classes of their economical usage and the forest trees species structure, presenting the main features to determine the total level of the territory biological diversity. It was shown, that now level of the forests cover makes about 92,4%; woodless areas are presented mainly by meadows, some plots of which being actively overgrown with young trees.

At the territory of the Reserve, 28 forest types have been distinguished, making 8 main groups. Each forest type has its certain ecological area, that is corresponds to certain types of the forest-vegetation conditions (TFC). Typological structure of forests is the most complicated in B3 type, where one can expect the highest species diversity level, and it is most simple in the types A₄, B₅ and C₅ with only one forest type presented in each. Each TFC and group of forest types reveal specific tree species composition. Forest stands are most complex in the type TFC C₃, including up to 7 tree species. Two-component stands dominate, especially in pine forests. In humid subors three-component stands show dominance. The share of stands composed of 6 and 7 tree species makes about 4,1%.

The common pine (*Pinus sylvestris*) shows dominance by the territory. The birches (*Betula pendula*, *B. pubescens*) are inferior by the spread. The fir (*Abies sibirica*) and elm (*Ulmus scabra*) are the less distributed trees. Each tree species reveals its own specific character of distribution by the area, showing certain proportions in the tree stands. The most narrow ecological range, with optimum in type TFC C₃, is occupied by the elm *Ulmus glabra*.

Mean age of the main forest-forming tree stands varies from 50 to 112 years. The most young in the reserve are aspen stands (*Populus tremula*), though showing traits of senility by physiology. The similar picture regards to the black alder (*Alnus glutinosa*) and the linden (*Tilia cordata*), proportions of their stands over 80 years old making 41,3% and 59,2%. Pine forest stands are the most young by physiological features. The oak stands (*Quercus robur*) demonstrate the highest ages, both by calendar and physiology. The stands of aspen (*Populus tremula*) reveal the most complex and equalized age structure, whereas those of pine (*Pinus sylvestris*) appear the most simple by age structure, with prevailing middle-aged and maturing stands. The forest stands of the types TFC C₃ and A₅ were the most aged. Aspen communities demonstrate the highest forest productivity in the reserve, followed by the birch, pine and spruce stands. The black alder and oak communities close the rank series.