

бореонеморальные океанические (атлантические и бореоатлантические) *Carex arenaria*, *Festuca arenaria*, *Hopckenya peploides*.

Очевидно, своеобразный микроклимат прибрежной полосы Финского залива, определяемый особенностями рельефа и океаническим влиянием, обеспечивает произрастание здесь теплолюбивых представителей западно- и средневропейских флор. Эти данные не согласуются с точкой зрения Т. В. Бибиковой [1992], которая отмечает отсутствие на территории памятника природы неморальных видов.

Не вызывает сомнения необходимость охраны лесных массивов на территории памятника природы «Комаровский лес». Значительно сложнее обстоит дело с прибрежной песчаной полосой, активно эксплуатируемой горожанами в летнее время. Но произрастание здесь комплекса видов с океаническими связями, в том числе очень редкого, подлежащего охране вида *Carex arenaria*, должно послужить основанием для решения вопроса, связанного с контролем за состоянием этих растений.

Summary

E. V. Baranova, M. P. Baranov, N. V. Lukjanov. Flora of the nature memorial "Komarovsky les".

Flora of the nature memorial "Komarovsky les" have been investigated. 398 species have been described, nemoral and heminemoral species playing an essential part. Many of them have oceanic and suboceanic relations, which defines a certain stage in the North coast of the Gulf of Finland flora formation.

Литература

- Абрамова Т. Г., Козлова Г. И. // Геоботанические районы Северного Приладожья и Карельского перешейка. Вестн. ЛГУ, сер. геол. и геогр., 1957. Вып. 4, № 24. С. 152—170. — Бибикова Т. В. Памятник природы «Комаровский лес» // Очерки растительности особо охраняемых территорий Ленинградской области. 1992. Вып. 5. С. 93—97. — Малаховский Д. Б., Котлукова И. В. Рельеф // Природа Ленинградской области и ее охрана. Л., 1983. С. 38—46. — Цинзерлинг Ю. Д. География растительного покрова северо-запада европейской части СССР // Труды геоморф. ин-та АН СССР. 4, 1934. Т. 4. 377 с. — Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. Л., 1981. 509 с. — Fagerström L. Ett bigrgg till kannedemen om vegetation och flora om Terijoki socken pa Karelska naset // Mem. sec. pro fauna et flora Fennica. 1940. Vol. 15. — Hiittonen J. Karjalan Kannas kasvien vaellustiena lajien nykylenvinneisyde valossa // Ann. Bot. Sec. Zool. Bot. Fenn. Vanama. Helsinki, 1946. Vol. 22, N 1. 206 s.

Статья поступила в редакцию 1 июня 1995 г.

УДК 634.948

Вестник СПбГУ. Сер. 3, 1995, вып. 4 (№ 24)

В. С. Ипатов, Г. Г. Герасименко, С. А. Комолова

НОВЫЕ БОНИТИРОВОЧНЫЕ ШКАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОСТИ ДЕРЕВЬЕВ И ДРЕВОСТОЕВ

При изучении лесных насаждений довольно часто возникает необходимость количественно оценить жизненность отдельных деревьев, совокупности деревьев или всего древостоя в целом. Анализ оценок жизненности отдельных деревьев, разных возрастных или ценотических групп позволяет судить об особенностях развития древостоя тех или иных насаждений. Сравнение оценок жизненности господствующих деревьев разных сообществ дает основание судить об условиях экотопа этих сообществ. Подчеркнем, что следует учитывать именно господствующие деревья, т. е. наиболее толстые и высокие, так как ход роста этих деревьев определяется большей частью экологической обстановкой

© В. С. Ипатов, Г. Г. Герасименко, С. А. Комолова, 1995.

и не зависит от их фитоценотического положения [Ипатов В. С., 1969].

В США и Канаде бонитет насаждения характеризуется индексом условий произрастания, который рассчитывается по наиболее толстым и высоким деревьям на определенной площади для базисных значений возраста. Причем бонитетные шкалы являются региональными и составляются для каждой древесной породы [Свалов С. Н., 1993]. В отечественном лесоводстве, как известно, классификационным бонитировочным признаком является средняя высота. Обычно в лесоводстве используются единые шкалы, составленные для всех пород, а закономерности хода роста различных пород неодинаковы. Имеются и другие недостатки распределения насаждений по классам бонитета, о которых шла речь ранее [Ипатов В. С., Герасименко Г. Г., 1988]. Отметим лишь, что определение бонитета деревьев по высоте связано с техническими трудностями. Рассчитывать высоту дерева с интервалом возраста, скажем, в 10 лет очень сложно. Основным показателем, который поддается довольно точному измерению и по которому мы предлагаем определять бонитет, является ежегодный прирост дерева по радиусу. На основании этого показателя для каждого конкретного дерева могут быть рассчитаны два значения признака общего бонитета — по радиусу и площади сечения ствола и два значения текущего бонитета — по приросту радиуса и площади кольца.

Ранее нами были составлены бонитировочные шкалы для основных пород: сосны, ели, березы, осины и серой ольхи. За основу при построении шкал взяты таблицы хода роста еловых, березовых и осиновых насаждений по А. В. Тюрину, таблицы хода роста нормальных сосновых насаждений по данным ВНИИЛМА [Лесотаксационный справочник, 1980]. Бонитировочные шкалы для серой ольхи построены по эмпирическому материалу. Техника построения шкал изложена в работах авторов [Ипатов В. С., Герасименко Г. Г., 1988, 1989; Герасименко Г. Г. и др., 1991]. По этим шкалам можно определить общий бонитет по радиусу на высоте груди и по площади сечения ствола и текущий бонитет по приросту радиуса и площади кольца за любые 10 лет.

Некоторые наиболее важные особенности шкал заключаются в следующем.

1. Шкалы составлены для господствующих (наиболее толстых и высоких) деревьев.

2. Условно выделены 10 классов бонитета, принята обратная нумерация классов.

3. Шаг между нижней и верхней границами каждого класса бонитета стандартный (константный) для всех бонитетов в одном возрасте дерева.

4. Равные объемы бонитировочных классов приводят к тому, что бонитет отвечает условию аддитивности. Имея значения бонитета отдельных деревьев, можно рассчитать средний бонитет древостоя или любой группы деревьев.

Предложенные бонитировочные шкалы успешно используются нами при изучении особенностей роста древостоев и построения динамических моделей типов леса [Герасименко Г. Г., Ипатов В. С., 1989; Ипатов В. С. и др., 1991; Ипатов В. С., Герасименко Г. Г., 1989; Герасименко Г. Г., Комолова С. А., 1993]. Однако при практическом использовании шкал, накоплении эмпирического материала по бонитетам и анализе этого материала были обнаружены два недостатка. Во-первых, как уже указывалось, в основу построения шкал положены таблицы хода роста, в них значения диаметра деревьев приводятся на высоте груди, возраст же деревьев реальный (от корневой шейки). В такой ситуации, если мы определяем возраст по керну на высоте груди, то, занижая истинный возраст дерева, завышаем бонитет. Можно, ко-

нечно, брать два керна или два спила у каждого господствующего дерева, определяя на первом возраст, а на втором параметр (радиус, площадь сечения или соответствующие приросты), но это приводит к дополнительным затратам времени и новым трудностям. Во-вторых, оказалось, что у некоторых деревьев бонитет оценивается ниже нижней границы наименьшего в шкале первого бонитета и имеет отрицательное значение. Удобнее оперировать с положительными оценками, хотя этот момент и не имеет принципиального значения.

Имеющиеся шкалы были откорректированы с учетом двух предыдущих замечаний. Возраст для расчета бонитета определялся на высоте груди (1,3 м), т. е. непосредственно по керну. Шкалы подняты примерно на один класс бонитета. В табл. 1—4 приведены исходные данные для расчета бонитета и построения бонитировочных кривых для сосны, ели, березы и осины. Шкалы для серой ольхи в корректировке не нуждаются. Напомним, что графически бонитировочные шкалы представляют собой веер кривых, находящихся на одинаковом расстоянии друг от друга.

Таблица 1. Исходные данные для построения бонитировочных таблиц для сосны

Возраст, лет	Общий бонитет				Текущий бонитет			
	Радиус R , см		Площадь сечения R^2 , см ²		Прирост по радиусу ΔR , см		Площадь кольца $R^2 - r^2$, см ²	
	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг
20	3.30	0.56	21.80	4.00	1.52	0.27	14.43	2.92
30	5.10	0.84	45.18	9.02	1.58	0.28	23.38	5.03
40	6.67	1.09	77.05	16.13	1.58	0.28	31.88	7.10
50	8.22	1.34	115.58	24.96	1.52	0.27	38.54	8.83
60	9.62	1.57	158.01	34.76	1.42	0.24	42.43	9.80
70	10.92	1.79	202.36	45.04	1.29	0.22	44.36	10.28
80	12.13	1.98	247.18	55.43	1.17	0.20	44.82	10.39
90	13.18	2.16	291.34	65.69	1.05	0.18	44.17	10.27
100	14.19	2.32	334.15	75.65	0.95	0.16	42.81	9.95
110	15.07	2.46	375.03	85.17	0.85	0.14	40.86	9.53
120	15.82	2.57	413.61	94.16	0.76	0.13	38.60	8.98
130	16.48	2.68	449.22	102.47	0.68	0.11	35.61	8.32
140	17.13	2.79	481.85	110.11	0.59	0.10	32.63	7.64
150	17.65	2.86	511.47	117.01	0.51	0.09	29.60	6.91
160	18.15	2.92	535.30	123.70	0.44	0.08	26.44	6.16

Примечание. Здесь и в табл. 2—4 значения площади сечения и площади кольца приведены без учета числа π .

Для расчета бонитета можно использовать лишь одну базовую кривую (в нашем случае — верхнюю границу 6-го бонитета) и кривую шага. Шаг — расстояние между соседними бонитировочными кривыми в данном возрасте. В таблицах приведены значения базы и шага с интервалом в 10 лет, что соответствует значениям возраста в таблицах хода роста. При необходимости промежуточные значения базы и шага между десятилетиями можно аппроксимировать отрезками прямой. Для практической работы удобно построить полные рабочие таблицы по годам либо предусмотреть такую аппроксимацию в компьютерной программе. При расчете бонитета используем формулу:

$$\text{Бонитет} = (P - \text{база}) / \text{шаг} + 6,$$

где P — показатель бонитирования: R , R^2 , ΔR или $R^2 - r^2$ (табл. 1—4). Для определения текущего бонитета (по ΔR или $R^2 - r^2$) определяется прирост за 10 лет, предшествующих возрасту, для которого оценивается бонитет.

Несмотря на то, что мы приводим 4 показателя бонитета, они являются производными одного признака — прироста дерева в толщину. Возникает проблема выбора наиболее информативного показателя бонитирования и, следовательно, их сравнения. Можно предположить,

Таблица 2. Исходные данные для построения бонитировочных таблиц для ели

Возраст, лет	Общий бонитет				Текущий бонитет			
	Радиус R , см		Площадь сечения R^2 , см ²		Прирост по радиусу ΔR , см		Площадь кольца $R^2 - r^2$, см ²	
	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг
20	2.96	0.23	15.13	1.07	1.61	0.21	9.75	0.94
30	4.81	0.45	35.29	4.13	1.85	0.22	20.28	3.04
40	6.73	0.69	66.04	9.59	1.95	0.24	30.75	5.46
50	8.64	0.91	105.68	17.21	1.91	0.23	39.59	7.61
60	10.39	1.12	149.46	25.71	1.76	0.21	43.80	8.50
70	11.97	1.30	194.16	34.33	1.57	0.18	44.70	8.62
80	13.29	1.45	236.89	42.62	1.35	0.15	42.73	8.29
90	14.45	1.58	276.26	50.37	1.15	0.13	39.37	7.75
100	15.39	1.69	311.94	57.51	0.96	0.11	35.66	7.14
110	16.19	1.80	342.95	64.10	0.79	0.10	31.02	6.59
120	16.81	1.89	369.19	70.10	0.63	0.09	26.23	6.00
130	17.33	1.97	391.24	75.41	0.49	0.08	22.02	5.32
140	17.72	2.04	407.60	80.40	0.37	0.07	18.16	4.64
150	18.00	2.10	424.00	84.00	0.25	0.07	14.73	3.97
160	18.18	2.13	438.40	87.20	0.16	0.06	11.68	3.32

что общий и текущий бонитеты в большей степени различаются между собой, чем бонитеты по радиусу и площади кольца, приросту радиуса и площади сечения. Общий бонитет содержит накопленный эффект и более устойчив во времени. Он содержит информацию об экотопе, и учет его наиболее важен при сравнении фитоценозов (пробных площадей) и их классификации. Текущий бонитет отражает изменения ценотической обстановки, разногодичные флуктуации погодных условий, изменения климата и другие колеблющиеся факторы среды.

Таблица 3. Исходные данные для построения бонитировочных таблиц для березы

Возраст, лет	Общий бонитет				Текущий бонитет			
	Радиус R , см		Площадь сечения R^2 , см ²		Прирост по радиусу ΔR , см		Площадь кольца $R^2 - r^2$, см ²	
	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг
20	5.18	0.51	38.52	6.13	2.37	0.28	26.52	4.65
30	7.45	0.82	77.44	13.3	2.29	0.31	38.95	7.60
40	9.42	1.14	124.51	23.49	1.99	0.29	47.07	9.76
50	11.19	1.36	175.36	34.38	1.72	0.26	50.88	10.88
60	12.65	1.59	225.76	46.34	1.46	0.23	50.39	10.94
70	13.85	1.78	273.35	55.75	1.23	0.19	47.59	10.41
80	14.84	1.93	315.82	64.90	1.00	0.15	42.45	9.15
90	15.61	2.05	351.97	72.60	0.77	0.11	36.15	7.70
100	16.16	2.14	378.80	79.20	0.56	0.07	28.68	6.05

Сравнение таксационных бонитировочных показателей проведено для 49 модельных сосен — господствующих деревьев сосняков с атмосферным увлажнением на песках. Построены средние кривые по четырем показателям (рис. 1 и 2). Причем кривые общего бонитета соединены началами (для выявления возрастного фактора), а кривые текущего бонитета — концами (для совпадения календарных лет). Возраст де-

ревьев 115—140 лет. Для этих средних кривых (вернее, значений, их образующих) рассчитывали средние бонитеты за весь период жизни и коэффициенты вариации этих значений. При среднем общем бонитете

Таблица 4. Исходные данные для построения бонитировочных таблиц для осины

Возраст, лет	Общий бонитет				Текущий бонитет			
	Радиус R , см		Площадь сечения R^2 , см ²		Прирост по радиусу ΔR , см		Площадь кольца $R^2 - r^2$, см ²	
	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг	База	Шаг
20	4.49	0.11	2.91	3.60	1.86	0.16	40.68	7.85
30	6.21	0.58	43.59	7.88	1.8	0.20	22.10	4.10
40	7.91	0.78	71.49	13.56	1.74	0.21	28.08	5.68
50	9.35	0.99	103.49	20.20	1.49	0.20	30.42	6.92
60	11.55	1.17	131.40	27.18	1.22	0.18	21.71	6.95
70	11.45	1.33	159.11	33.70	0.92	0.15	25.80	6.57
80	12.08	1.46	175.58	40.00	0.65	0.12	20.27	5.54
90	12.14	1.55	190.79	43.37	0.38	0.09	12.71	3.87
100	12.59	1.59	196.85	45.23	0.15	0.04	6.06	1.86

по радиусу 5.8 коэффициент вариации составил 7.1%, средний бонитет по площади сечения ствола — 4.1, коэффициент вариации — 7.5%. Варьирование общих бонитетов практически одинаково и невелико, а варьирование текущих бонитетов примерно в 2.5 раза больше. Коэффициент вариации по приросту радиуса 18.9%, по площади кольца — 19.5%. Практически различиями этих показателей можно пренебречь. Эти показатели усреднены для всего периода жизни. Если же принимать во внимание изменения бонитета за более короткие периоды

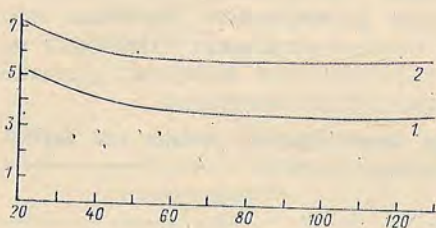


Рис. 1. Бонитировочные кривые по радиусу (1) и площади сечения ствола (2).

По оси абсцисс — возраст, лет; по оси ординат — классы бонитета.

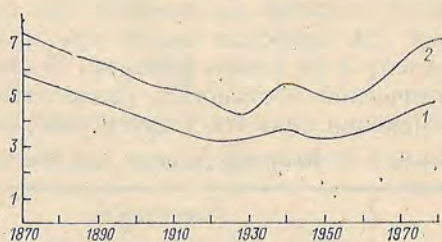


Рис. 2. Бонитировочные кривые по приросту радиуса (1) и площади кольца (2).

По оси абсцисс — календарные годы, по оси ординат — классы бонитета.

(рис. 2), то можно заключить, что бонитет по площади кольца более стабилен. Для дальнейших расчетов нами выбраны два показателя бонитета: по площади сечения ствола и площади кольца, как более стабильные и соразмерные по общему уровню.

При расчете бонитета отдельных деревьев по радиусам, взятым по нескольким направлениям, при определении среднего бонитета для совокупности деревьев, при сравнении бонитетов некоторого множества участков леса мы имеем дело с классом задач, связанных с оценкой статистической достоверности рассчитанных показателей (бонитетов). Далее мы демонстрируем несколько подобных задач, результаты решения которых можно использовать в некоторых конкретных исследованиях.

Для того чтобы сравнить варьирование бонитетов на одном и раз-

ных участках, приведем следующие предварительные рассуждения и расчеты. Предположим, что нам измерены 6 стволов деревьев (на высоте пня) по 10 направлениям. Получены следующие показатели. Значение общего бонитета по площади сечения (для всех радиусов) — 2.21; текущего бонитета по площади кольца (за последние 10 лет) — 2.69. Среднее квадратическое отклонение составило 0.27 и 0.35; ошибка среднего арифметического — 0.09 и 0.11 соответственно. Коэффициент вариации практически одинаковый (12.3 и 12.8%), показатель точности в том и другом случае 4%. Далее, исходя из этих значений, для всех классов бонитета рассчитаны значения среднего квадратического отклонения и ошибки среднего арифметического. Эти значения мы не приводим, так как рассчитать их при необходимости нетрудно. Заметим лишь, что с увеличением класса бонитета среднее квадратическое отклонение увеличивается с 0.12 для 1-го класса до 1.25 для 10-го. Ошибка среднего арифметического возрастает с 0.04 для 1-го класса до 0.40 для 10-го класса бонитета. Коэффициент вариации и показатель точности остаются константными.

Таблица 5. Таблица возможных отклонений значений бонитета отдельных деревьев для каждого класса бонитета

Класс бонитета	Допустимое отклонение бонитета дерева от среднего бонитета участка tS	Область возможного изменения бонитетов господствующих деревьев в пределах участка $x \pm tS$	Допустимое отклонение среднего бонитета участка при сравнении двух участков tS_x	Область возможного изменения средних бонитетов участков при их сходстве $x \pm tS_x$
10	3.1	6.9—13.1	1.0	9.0—11.0
9	2.8	6.2—11.8	0.9	8.1— 9.9
8	2.5	5.5—10.5	0.8	7.2— 8.8
7	2.2	4.8— 9.2	0.7	6.3— 7.7
6	1.9	4.1— 7.9	0.6	5.4— 6.6
5	1.6	3.4— 6.6	0.5	4.5— 5.5
4	1.3	2.7— 5.3	0.4	3.6— 4.4
3	0.9	2.0— 4.0	0.3	2.7— 3.3
2	0.6	1.4— 2.6	0.2	1.8— 2.2
1	0.3	0.7— 1.3	0.1	0.9— 1.1

Для того чтобы рассчитать границы возможных отклонений бонитетов при анализе отдельных деревьев на участке и сравнении разных участков, примем уровень значимости равным 0.05 и значение критерия Стьюдента равным 2.5. Получим следующую таблицу (табл. 5).

Эти данные удобно представить графически, в виде непрерывных рядов, что значительно упрощает их использование.

Приводим два примера практического использования табл. 5.

1. Сравнение деревьев на одном участке. Если для двух сравниваемых деревьев амплитуды возможного отклонения бонитетов ($x \pm tS$, табл. 5) пересекаются, то это значит, что господствующие деревья не отличаются друг от друга, находятся на однородном участке и различия вызваны случайным варьированием радиусов. Например, имеются два дерева со значениями бонитета 4.0 и 5.0. Амплитуды возможного отклонения бонитетов пересекаются (2.7—5.3 и 3.4—6.6), что дает основание считать эти деревья не различающимися по оценкам жизнестности.

2. Сравнение средних бонитетов на разных участках. Для бонитетов, средних для участков, находим допустимые области их варьирования ($x \pm tS_x$; табл. 5). Если они перекрываются, то нет оснований считать, что бонитеты этих участков различаются. Например, среднее значение бонитета на 1-м участке 4.0, на 2-м — 5.0. Допустимая амплитуда варьирования на 1-м участке 3.6—4.4, на 2-м — 4.5—5.5. Ампли-

туды не перекрываются. Деревья на участках различаются оценкой жизненности.

Summary

V. S. Ipatov, G. G. Gerasimenko, S. A. Komolova, New quality scales for the estimation of trees and stands vitality.

Primary data for quality tables for spruce, pine, birch and aspen are given. The tables have been corrected bearing in mind two drawbacks of the early published quality tables. The examples of using these quality scales in different tree stands are considered.

Литература

Герасименко Г. Г., Комолова С. А. Сосновые леса Валаамского архипелага // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та. Сер. 3. 1993. Вып. 1 (№ 3). — Герасименко Г. Г., Ипатов В. С. Формирование древостоя сосняка зеленомошно-лишайникового в условиях дюнного рельефа // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 3. 1989. Вып. 2 (№ 10). — Герасименко Г. Г., Ипатов В. С., Соловьев Д. Е. О сравнении признаков оценки жизненности деревьев и древостоев // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 3. 1991. Вып. 1 (№ 3). — Ипатов В. С. Дифференциация древостоя. II. Выявление деформаций у кривых распределения деревьев по толщине // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 3. 1969. № 15. — Ипатов В. С., Герасименко Г. Г. Оценка жизненности деревьев и древостоев с помощью бонитировочных шкал // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 3. 1988. Вып. 1 (№ 3). — Ипатов В. С., Герасименко Г. Г. Бонитировочные шкалы для лиственных древостоев Северо-Запада и некоторые примеры использования шкал в геоботанике // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 3. 1989. Вып. 3 (№ 17). — Ипатов В. С., Герасименко Г. Г., Трофимец В. И. Сухие сосновые леса на песках как один тип леса // Бот. журн. 1991. Т. 76, № 6. — Лесотаксационный справочник. М., 1980. — Свалов С. Н. Современные методы и модели бонитирования насаждений Северной Америки // Лесоведение. 1993. № 1.

Статья поступила в редакцию 8 декабря 1994 г.

УДК 581.524.3 : 581.552

Вестник СПбГУ. Сер. 3, 1995, вып. 4 (№ 24)

О. В. Рыжков, Н. И. Щербакова

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «ЛЕС НА ВОРСКЛЕ».

II. Длительно-производный тип леса

В I части работы обобщены результаты изучения особенностей структуры и естественного развития сообществ условно-коренного типа леса, который в заповеднике «Лес на Ворскле» представлен липо-дубняками снытевыми.

Во II части приведены результаты исследования растительности длительно-производного типа леса (клено-липо-дубняк снытевый, пробная площадь № 7). Сообщество занимает верхние части пологих (2—3°) северо-восточных склонов (195 м над ур. моря) в 10-м квартале заповедника. 100-летняя дубрава возникла естественным путем на месте вырубленного в 1885—1890 гг. 130—150-летнего леса, близкого по строению древостоя к описанному в I части работы липо-дубняку снытевому, и вплоть до 1955 г. регулярно подвергалась рубкам ухода [Нешатаев Ю. Н. и др., 1974].

В последнее 20-летие активное внедрение клена и липы в I ярус насаждения и усиление отпада дуба (от 1,2% в среднем за год в 1963—1976 гг. до 1,5% в 1976—1987 и 3,0% в 1987—1992 гг.) привели к формированию полидоминантного древостоя (табл. 1; рис. 1, а, б).

Динамика строения древостоев отдельных пород по диаметру, их отпада и пополнения из подроста демонстрирует рис. 1. Превышение средних размеров живых деревьев дуба над усохшими (табл. 2) ука-

© О. В. Рыжков, Н. И. Щербакова, 1995.