

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
СТАТЬИ

УДК 630*182.2 + 630*56

**ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ РАВНИНЫ**

© 2011 г. В. Н. Федорчук¹, Е. В. Шорохова², А. А. Шорохов³, М. Л. Кузнецова¹

¹С.-Петербургский НИИ лесного хозяйства (СПбНИИЛХ)
194021 С.-Петербург, Институтский проспект, 21
E-mail: piceaveps@yandex.ru

²С.-Петербургская государственная лесотехническая академия
194021 С.-Петербург, Институтский пер., 5

³ООО “Метсэлиитто Подпорожье”
187780 Ленинградская обл., г. Подпорожье, ул. Ленина, 53-а
Поступила в редакцию 12.05.2010 г.

Выделены три основные фазы возрастной динамики еловых древостоев, находящихся на заключительной стадии сукцессии, дана их характеристика. Показатели, характеризующие фазы и подфазы динамики, приведены с учетом данных наблюдений на постоянных пробных площадях.

Естественно развивающиеся леса, еловые древостои, фазы возрастной динамики, показатели древостоев, постоянные пробные площади.

Развитие леса на свободной от деревьев территории – после пожаров, катастрофических ветровалов, сплошных рубок – начинается, как правило, с заселения этой территории пионерными древесными породами, а заканчивается формированием древостоев с преобладанием более устойчивых древесных видов. При этом выделяют несколько стадий сукцессии. Для той части территории Европы, в которой коренной породой является ель, пригодна, например, схема восстановительной сукцессии, предложенная Г. Томазиусом (H. Thomasius) [18]. Выделяются стадии “начального леса”, “промежуточного леса”, “заключительного леса” (рисунок). Естественная динамика древостоев на заключительной стадии сукцессии связана с изменением возраста деревьев и носит чаще всего циклический характер. В европейских лесах на этой стадии динамики Г. Ляйбундгут учитывает следующие фазы: оптимальную, зрелости, распада, выборочного леса, возобновления [15, 16]. Сходные фазы выделяют и другие исследователи [1, 18 и др.]. Описание выделяемых фаз возрастной динамики проводили, как правило, на основе методов дедукции. В некоторых случаях показатели древостоев, относящихся к разным фазам, уточняли по материалам обследования пробных площадей (см., например,

[17]), однако на этих площадях постоянных наблюдений не проводилось.

Ранее нами было предложено использовать в качестве основного показателя, характеризующего фазы возрастной динамики, изменение запаса древостоя [8]. Дополнительно предлагалось учитывать такие связанные с динамикой запаса показатели, как величину и характер отпада (отмирания) деревьев, роль молодых поколений в формировании древостоя, интенсивность появления подроста и др. Выделены фазы зрелости, дигрессии запаса с двумя подфазами и нарастания запаса (также с двумя подфазами). Однако они описаны в основном на качественном уровне.

Задача настоящей работы – на основании материалов постоянных наблюдений уточнить и количественно охарактеризовать показатели разных фаз возрастной циклической динамики древостоев на стадии заключительного леса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в резервате “Вепский лес” одноименного природного парка (Ленинградская обл.), на границе средней и южной тайги. Постоянные пробные площади (пр. пл.) были заложены по инициативе и при участии С.А. Дырленкова в 1973–1993 гг. Они размещены

Таблица 1. Характеристика постоянных пробных площадей на момент закладки

Номер пробной площади	Год закладки	Состав древостоя по ярусам и возрастным группам (поколениям), ед.	Серия типов леса, разновидность почвы по типу гумуса	Вариант возрастной структуры древостоя, средний возраст основного поколения, лет	Класс бонитета господствующей породы в преобладающей по запасу возрастной группе	Площадь, га
Еловые древостой						
8	1977	5Е(100) 3Е (260) 2Е (60) +Е (220), Б (100)	ЧЕРГ, ГМГ ₁₋₂	ОР 100	III-IV	0.20
9	1977	9Е (80-320) 1Б (100)	ЧСФ, тП ₃₋₄	АР (160)	V	0.40
10	1977	5Е (120-200) 4Е (220) 1Б (140)	ЧЕРП+ +ДОЛЧ, Г ₄ + ВГ ₄	ОР 200	III	0.35
11	1981	8Е (140) 1Е (200-300) 1Б (80-140) +Е (100), ед. Ос (100)	ДОЛЧ, тГ ₄	ОР(УО) 140	IV	0.19
91	1973	9Е (80-360) 1 Б (80-160)	ЧСФ, тП ₄	АР (140)	IV-V	0.47
98	1973	9Е (80-340) 1Б (140)	ЧСФ, ТП	АР (160)	V	0.46
103	1973	9Е (180) 1Б (140)	ЧЕРГ, ГМГ ₁₋₄ + МГ ₁₋₄ + Г ₁₋₃	УО 180	III-II	0.50
198	1981	7Е (120-200) 2Е (200-280) 1Б (120-140)	ЧСФ, ТП	ОР 150	IV-V	0.18
Смешанные и сосновые древостой						
1	1993	<i>I ярус</i> 6С (190) 2Е (200) 1Ос 1Б(190) <i>II ярус</i> 10Е (190 +100)	ЧЕРП, Г ₁₋₃	УО 190	II	0.80
5	1977	<i>I ярус</i> 8Б (140) 2Е (140) +Е (180) ед.Ос, Б(140) <i>II ярус</i>	ЧЕРГ, МГ ₁₋₄	УО 140	I-II	0.55

Таблица 1 (окончание)

Номер пробной площади	Год закладки	Состав древостоя по ярусам и возрастным группам (поколениям), ед.	Серия типов леса, разновидность почвы по типу гумуса	Вариант возрастной структуры древостоя, средний возраст основного поколения, лет	Класс бонитета господствующей породы в преобладающей по запасу возрастной группе	Площадь, га
7	1977	9Е (140) 1Е (100) 6С (180) 4С (220) +С (100), Б (100), Е (100)	БАГ, ТП	ОР 180	V	0.48
100	1973	<i>I ярус</i> 6Ос (140) 3С (140–180) 1Б (140) +Е (140) <i>II ярус</i> 10Е (140)	ЧЕРГ, Г ₁₋₃	УО 140	II-I	0.78

Примечание. Е – ель, С – сосна, Б – береза, Ос – осина; цифра в скобках – возраст (лет). Серии типов леса (по [10]): ЧЕРГ – черничная на дренированных суглинках и двучленных наносах, ЧЕРП – черничная на дренированных супесях и песках, ЧСФ – чернично-сфаговая на слабо дренированных лесных землях или переходных торфах, БАГ – багульниковая на верховых торфах. Почвенные разновидности по типу гумуса [11]: Г – грубогумусные, ГМГ – грубомодергумусные, ВГ – влажные грубогумусные, МГ – модергумусные, тГ – торфянисто-грубогумусные, тП – торфянисто-перегнойные, ТП – торфяно-перегнойные; 1 – слабоподзолистые, 2, 3 – средне- и сильноподзолистые, 4 – подзолы. Варианты возрастной структуры древостоя [3]: АР – абсолютно разновозрастные древостои, ОР – относительно разновозрастные, УО – условно разновозрастные древостои.

в коренных еловых древостоях наиболее распространенных типов леса и вариантов возрастной структуры. Для оценки применимости выделенных фаз к древостоям иных пород и стадий динамики привлечены пробные площади, приуроченные к высоковозрастным лиственнично-еловым и сосновым древостоям (табл. 1).

При закладке пробных площадей в основном соблюдались требования нормативов, применяемых при таксации леса [5]. На каждой пробной площади проводили пересчет всех деревьев по диаметру; деревья нумеровали и маркировали краской. Все деревья характеризовались следующими показателями: порода, возраст или возрастная группа (условное 40-летнее “поколение”), состояние. По состоянию деревья подразделяли на живые (здоровые и ослабленные), сухостойные, ветровальные и буреломные [8]. Возраст определяли по кернам, взятым возрастным буровом у корневой шейки, или глазомерно. Высоту древостоя основного элемента леса (возрастной группы) или всей древесной породы определяли на основе графика высот, построенного по результатам измерения

высоты и диаметра 25–55 деревьев. Запас древесины рассчитывали в соответствии с таблицами объемов по ступеням толщины и разрядам высот. Запас и другие расчетные показатели древостоя определяли с помощью программы [7], преобразованной для персонального компьютера и современных операционных систем.

Высоту, численность и состояние подростов определяли на 20–25 учетных площадках размером 2 × 2 м. В 1991 г. для всех пробных площадей была составлена база данных о деревьях пересчетного размера, которая пополнялась в дальнейшем.

Для учета крупных древесных остатков (валежа, зависших деревьев, сухостоя и пней диаметром более 4 см) регистрировали породу, класс разложения [13], диаметры на обоих концах и длину (высоту). Объем каждого объекта, кроме сухостоя, рассчитывали по формуле усеченного конуса. Объем сухостойных деревьев рассчитывали умножением площади сечения на высоте груди на высоту и видовое число, взятое из таблиц [5]. На пр. пл. 1, 5 и 7 учет крупных древесных остатков

производили на трансектах шириной 4 м (на каждой пробной площади заложено четыре трансекты по 50 м). При учете валежа и зависших деревьев на трансекте отмечали породу, класс разложения и диаметр в местах пересечения ходовой линии [12]. Объем крупных древесных остатков (КДО) по породам и классам разложения рассчитывали по формуле, учитывающей диаметр объекта данного вида в месте пересечения ходовой линии и длину данной линии [19]. Объемы крупных древесных остатков суммировали по породам и классам разложения.

Древостои, представленные на постоянных пробных площадях, относили к одной из предварительно выделенных фаз возрастной циклической динамики [8]. К фазе зрелости (стабилизации запаса) отнесены те древостои, которые в изучаемый период характеризовались наименьшим изменением запаса (до $\pm 10\text{--}15\%$), к фазе дигрессии запаса – древостои, в которых запас снижался, а к фазе нарастания запаса – древостои, в которых запас повышался.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 приведены некоторые показатели, характеризующие динамику древостоев на постоянных пробных площадях по материалам трех переучетов деревьев (включая первый и последний). Все эти древостои отнесены к одной или нескольким смежным фазам (или подфазам) возрастной динамики. Более детальные сведения о динамике различных показателей древостоев на постоянных пробных площадях приведены в публикациях [9, 14].

В табл. 3 представлены данные об еловом подросте по группам высот, в табл. 4 – данные о КДО. В табл. 5 приведена обобщенная характеристика фаз возрастной динамики с учетом результатов наблюдений на постоянных пробных площадях.

Приведенные в табл. 2–4 данные, характеризующие еловые древостои разных фаз возрастной динамики, показывают следующее:

1) самый большой запас деревьев отпада отмечен для фазы дигрессии запаса;

2) наибольшая доля сухостойных деревьев среди деревьев отпада характерна для фазы нарастания запаса, а ветровальных (буреломных) – для фазы дигрессии запаса;

3) самое равномерное распределение деревьев отпада по толщине имеется в древостоях, относящихся к фазе зрелости; в фазе нарастания запаса, особенно в подфазе ФН2, среди деревьев отпада

преобладают тонкомерные (отмечено минимальное отношение $D_0 : D_{CP}$);

4) наибольшая численность среднего и крупного подроста имеется в древостоях, относящихся к фазе дигрессии запаса, наименьшая – к фазе нарастания запаса;

5) общий запас КДО и доля КДО в общем запасе древесины минимальны в древостоях, находящихся в фазе ФН2; эти показатели возрастают в древостоях, находящихся в фазе зрелости (стабилизации запаса), составляя в среднем около 30%.

Характеристика фаз возрастной динамики (табл. 5), прежде всего, дана применительно к еловым древостоям разной степени разновозрастности; они представляют стадию развития “заключительного леса” (рисунок). В районе исследования смена преобладающей породы на этой стадии, как правило, не происходит (в отличие, например, от многих лесов восточных районов России [4, 6 и др.]). Лиственнично-еловые и сосново-еловые древостои (пр. пл. 1, 5, 100) представляют стадию “промежуточного леса”.

Наиболее отчетливо фазы возрастной динамики выражены в естественно развивающихся условно одновозрастных и относительно разновозрастных еловых древостоях [3] на дренированных почвах. Размер территории, на которой проявляются (выявляются) основные показатели разных фаз динамики, зависит от возрастной, ярусной и пространственной структуры древостоев. В одновозрастных и относительно разновозрастных древостоях (с равномерным распределением поколений по площади) фазы циклической динамики проявляются обычно на всем участке (выделе). В относительно разновозрастных древостоях с групповым размещением поколений, а также в абсолютно разновозрастных древостоях фазы динамики могут проявляться в отдельных группах деревьев, которые соответствуют “популяционным локусам”, выделяемым при ценопопуляционном анализе [2 и др.]. В то же время такой абсолютно или относительно разновозрастной древостой может рассматриваться как единый объект (ценопопуляция), а фазы его динамики характеризуются показателями, приведенными в табл. 5.

Сопоставление показателей отдельных фаз динамики, разработанных для еловых древостоев (табл. 5), с показателями древостоев иного состава (табл. 2 и 3; пр. пл. 1, 5, 7, 100) позволяет сделать вывод, что предложенная классификация фаз возрастной динамики может быть лишь частично пригодна для древостоев сложного состава и строения. Например, если древостой имеет два таксационных яруса (“осина–ель”, “береза–ель”,

Таблица 2. Показатели динамики древостоя на постоянных площадях

Но- мер проб- ной пло- щади	Год	Состав древостоя, %	Вели- чина запаса, %	Среднее число деревьев, вошедших в перечень впервые, шт. га год ⁻¹	Ежегодный запас деревьев отпада, % от за- паса древостоя	Соотно- шение M _С : M _В	Соотношение D _О : D _{СР} пре- обладающей породы	Фаза и подфаза динамики древостоя
Еловые древостои								
98	1973	90Е 2С 8Б	100	–	–	–	–	ФЗ
	1993	89Е 1С 10Б	110	11.5	1.1 (0.5–2.0)	57 : 43	0.80–1.15	
	2008	88Е 1С 11Б	116	2.3	0.8 (0.4–1.2)	80 : 20	0.82–0.83	
91	1973	92Е 8Б	100	–	–	–	–	ФЗ
	1993	92Е 8Б	93	4.6	1.7 (1.0–3.4)	46 : 54	0.95–1.10	
	2008	93Е 7Б	101	2.6	0.7 (0.4–0.9)	61 : 39	0.63–0.88	
11	1981	95Е 5Б	100	–	–	–	–	ФЗ
	1993	93Е 7Б	98	0.0	1.4 (0.9–2.0)	45 : 55	0.76–0.86	
	2008	93Е 7Б	93	0.0	1.2 (0.8–1.6)	28 : 72	0.86–0.94	
198	1981	86Е 14Б	100	–	–	–	–	ФЗ→ →ФД1
	1993	82Е 18Б	93	>0.5	1.2 (0.3–2.2)	–	0.54–0.92	
	2008	76Е 24Б	77	>0.4	2.0 (1.8–2.1)	79 : 21	0.96–1.00	
10	1977	94Е 6Б	100	–	–	–	–	ФД1→ →ФД2→
	1993	87Е 12Б 10с	49	2.0	4.9 (2.1–9.4)	51 : 49	0.90–1.11	
	2009	89Е 10Б 10с	57	50.9	1.3 (0.7–1.8)	49 : 51	0.82–1.64	
103	1973	94Е 6Б	100	–	–	–	–	ФД2→ →ФН1
	1993	91Е 9Б	49	29.7	3.8 (2.4–8.0)	23 : 77	0.90–1.67	
	2008	97Е 3Б+Ос	63	86.5	1.9	–	2.4	
8	1977	96Е 2Б 2Ос	100	–	–	–	–	ФН2
	1993	94Е 2Б 4Ос	122	1.2	0.8 (0.4–1.2)	74 : 26	0.54–0.99	
	2009	93Е 1Б 6Ос	128	0.6	1.0 (0.6–1.3)	50 : 50	0.65–1.00	
9	1977	94Е 6Б	100	–	–	–	–	ФН2→ ФЗ
	1993	92Е 8Б	109	1.4	1.0 (0.6–1.3)	65 : 35	0.68–0.84	
	2009	91Е 9Б	113	0.0	0.8 (0.5–1.1)	83 : 17	0.75–0.89	
Смешанные и сосновые древостои								
5	1977	45Е 1С 53Б 10с	100	–	–	–	–	ФЗ
	1993	50Е 1С 48Б 10с	100	0.7	0.8 (0.5–1.2)	–	0.60–1.04(Е) 0.79–0.87(Б)	
	2008	67Е 33Б	99	0.5	2.0 (1.4–2.6)	70 : 30 (Б, С, Ос) 40 : 60(Е)	0.83–1.0(Е) 0.84–1.0(Б)	
1	1993	39Е 48С 7Б 6Ос	100	–	–	–	–	ФЗ
	2008	42Е 47С 7Б 4Ос	102	0.8	0.6 (0.6–0.7)	57 : 43 (С, Б, Ос) 73 : 27(Е)	0.75–0.93(Е) 0.59–0.91(С) 0.51–0.67(Б)	
100	1973	27Е 18С 10Б 45Ос	100	–	–	–	–	ФЗ→ →ФД1
	1993	30Е 18С 10Б 42Ос	86	0.6	1.9(1.3–3.1)	–	0.74–0.88(Е)	

Таблица 2 (окончание)

Но- мер проб- ной пло- щади	Год	Состав древостоя, %	Вели- чина запаса, %	Среднее число деревьев, вошедших в перечень впервые, шт. га год ⁻¹	Ежегодный запас деревьев отпада, % от за- паса древостоя	Соотно- шение M _С : M _В	Соотношение D _О : D _{СР} пре- обладающей породы	Фаза и подфаза динамики древостоя
7	2008	34Е 18С 8Б 40Ос	89	0.0	1.1 (0.6–1.5)	16 : 84 (Ос, Б, С) 42 : 58(Е)	0.83–0.95(Ос) 0.79–0.85(Е) 0.86–1.03(Ос)	ФН2
	1977	98С 1Е 1Б	100	–	–	–	–	
	1993	98С 1Е 1Б	120	2.7	0.2(0.1–0.4)	97 : 3	0.58–0.69	
	2008	98С 1Е 1Б	130	0.0	0.3 (0.02–0.7)	88 : 12	0.34–0.84	

Примечание. Обозначения состава древостоя – см. табл. 1.

M_С – запас сухостойных деревьев, M_В – запас ветровальных (буреломных) деревьев, D_О – диаметр деревьев отпада. D_{СР} – средний диаметр древесной породы.

ФЗ – фаза зрелости, ФД – фаза дигрессии запаса, ФН – фаза нарастания запаса; 1 и 2 – подфазы.

Таблица 3. Численность подроста ели

Номер пробной площади, серия типов леса	Год	Численность подроста (тыс. шт. га ⁻¹) по группам высот		
		до 0.5 м	0.51–1.5 м	выше 1.5 м
Еловые древостои				
98 ЧСФ	1978	4.7±1.32	1.1±0.41	2.1±0.45
	1982	7.6±1.78	0.7±0.27	1.8±0.34
	1996	23.6±7.05	0.6±0.22	0.3±0.16
	2004	3.4±0.88	0.2±0.15	0.2±0.15
91 ЧСФ	1978	2.0±0.50	1.7±0.56	1.0±0.38
	1982	2.0±0.63	0.9±0.32	0.7±0.27
	1996	10.5±5.13	1.1 ±0.40	0.4±0.19
	2008	6.0±2.32	1.9±0.62	0.4±0.24
11 ДОЛЧ	1982	4.2±2.13	0.4±0.20	0.0
	1993	12.1±3.69	0.4±0.20	0.0
	2004	5.3±1.19	0.4±0.40	0.0
	1982	7.7±1.90	0.4±0.20	0.1 ±0.12
198 ЧСФ	1985	3.8±1.20	2.2±0.81	0.4±0.27
	2004	5.1±1.26	0.1±0.12	0.2±0.17
	1977	11.0±2.52	1.8±0.60	0.4±0.20
10 ЧЕРП + ДОЛЧ	1982	16.1±3.47	1.8±0.81	0.4±0.20
	1989	25.1 ±4.45	4.0±1.22	0.3±0.20
	2008	6.6±2.06	9.8±1.50	7.1±1.21
	1978	9.5±2.18	4.6±0.95	2.4±0.76
103 ЧЕРГ	1982	14.8±3.52	5.3±1.05	2.0±0.64
	1989	7.4±4.20	3.9±0.88	1.9±0.51
	2008	5.0±1.42	4.4±1.10	2.6±7.42
	1977	5.9±1.74	0.1±0.12	0.8±0.26
8 ЧЕРГ	1982	11.9±2.83	0.4±0.22	0.3±0.18
	1989	24.3±6.93	0.9±0.48	0.0
	2005	30.9±6.03	1.5±0.57	0.0

Таблица 3 (окончание)

Номер пробной площади, серия типов леса	Год	Численность подроста (тыс. шт. га ⁻¹) по группам высот		
		до 0.5 м	0.51–1.5 м	выше 1.5 м
9 ЧСФ	1978	3.6±0.69	0.2±0.17	0.4±0.20
	1982	7.2±1.63	0.2±0.17	0.2±0.17
	1996	27.5±11.96	0.2±0.17	0.0
	2005	18.1±7.18	0.4±0.32	0.0
Смешанные и сосновые древостои				
5 ЧЕРГ	1978	1.9±0.74	0.1±0.12	0.0
	1982	1.5±0.64	0.0	0.0
	1989	4.8±1.91	0.0	0.0
	2004	3.7±1.44	0.0	0.0
1 ЧЕРП	1994	8.0±2.09	0.4±0.19	0.3±0.30
	2004	5.5±1.20	0.4±0.24	0.0
100 ЧЕРГ	1975	–	0.2±0.14	0.1±0.10
	1978	1.5±0.46	0.2±0.14	0.0
	1982	1.6±0.52	0.2±0.14	0.0
	1989	1.7±0.66	0.2±0.14	0.0
	2005	11.6±4.64	0.7±0.37	0.2±0.14
7 БАГ	1977	0.2±0.17	1.0±0.34	0.5±0.23

Примечание. В число подроста высотой до 0.5 м не включен самосев ели (в разные годы к самосеву относили экземпляры, имеющие возраст не более 5 лет или высоту не более 5 см). Обозначения серий типов леса см. табл. 1.

Таблица 4. Запас и степень разложения крупных древесных остатков

Номер пробной площади, серия типов леса, фаза и подфаза динамики на момент учета КДО	Год	Общий запас, м ³ га ⁻¹	Доля КДО 1–2 классов разложения, %	Соотношение запаса КДО и запаса древостоя
Еловые древостои				
98 ЧСФ, Ф3	1997	59	36	21 : 79
91 ЧСФ, Ф3	1998	140	64	35 : 65
11 ДОЛЧ, Ф3	1998	122	36	24 : 76
198 ЧСФ, Ф3	1998	106	38	24 : 76
10 ЧЕРП + ДОЛЧ, ФД2→ФН1	1997	164	47	44 : 56
103 ЧЕРГ	–	–	–	–
8 ЧЕРГ, ФН2	1997	54	42	12 : 88
9 ЧСФ, ФН2	1997	47	58	14 : 86

Таблица 4 (окончание)

Номер пробной площади, серия типов леса, фаза и подфаза динамики на момент учета КДО	Год	Общий запас, м ³ га ⁻¹	Доля КДО 1–2 классов разложения, %	Соотношение запаса КДО и запаса древостоя
Смешанные и сосновые древостои				
5 ЧЕРГ, ФЗ	2004	135	31	25 : 75
1 ЧЕРП, ФЗ	2004	251	69	30 : 70
100 ЧЕРГ, ФЗ	1998	181	56	27 : 73
7 БАГ, ФН2	2004	49	92	21 : 79

Примечание. Обозначения серий типов леса см. табл. 1, фаз и подфаз динамики – см. табл. 2.

Таблица 5. Характеристика фаз возрастной динамики коренных еловых древостоев

Фаза и подфаза динамики древостоя	Показатель	Значение показателя
Фаза зрелости (стабилизации запаса) (ФЗ)	Величина запаса	Относительно постоянна (меняется чаще всего не более чем на 10–15%); в начале фазы может быть некоторое увеличение запаса (до максимального значения для древостоев данного типа леса, происхождения и возрастной структуры), в конце фазы – некоторое снижение
	Характер отпада (отмирания) деревьев	Соотношение среднего диаметра деревьев отпада и живых составляет около 0.75–1.0. Запас ветровальных и буреломных деревьев в конце фазы может быть больше запаса сухостойных. Средний ежегодный запас деревьев отпада составляет чаще всего 0.5–2.5% запаса древостоя в год
	Сомкнутость крон деревьев и сложение полога	Сомкнутость средняя; сложение полога в начале фазы относительно однородное, в дальнейшем начинают возникать небольшие прорывы в пологе (“окна”).
	Пополнение пересчетной части древостоя за счет тонкомера и подроста	Средней и малой интенсивности; зависит от возрастной структуры древостоя
	Роль молодых поколений в формировании запаса	Очень малая в одновозрастных древостоях, малая и средняя – в разновозрастных
Фаза дигрессии запаса и активного возобновления ели; (ФД): а) подфаза дигрессии запаса (ФД1); б) подфаза активного формирования нового поколения древостоя (ФД2)	Появление подроста и его рост	Появление устойчивое, интенсивность в начале фазы может быть слабой, позже – умеренной; рост медленный
	Величина запаса	Уменьшается; в конце фазы достигает минимального значения
	Характер отпада (отмирания) деревьев	Средний диаметр деревьев отпада часто превышает диаметр живых деревьев (особенно в подфазе ФД2), иногда – примерно равен среднему диаметру живых. В подфазе ФД2 средний диаметр деревьев отпада в формирующемся молодом поколении меньше среднего диаметра живых деревьев (“низовой отпад”). Запас ветровальных и буреломных деревьев часто превышает запас сухостойных. Средний ежегодный запас деревьев отпада может превышать 2–3% общего запаса древостоя

Таблица 5 (окончание)

Фаза и подфаза динамики древостоя	Показатель	Значение показателя
Фаза нарастания запаса; (ФН): а) подфаза начального роста древостоя (ФН1); б) подфаза устойчивого нарастания запаса (ФН2)	Сомкнутость крон деревьев и сложение полога	Сомкнутость крон деревьев старшего поколения уменьшается; сложение полога неоднородное – увеличивается число “окон” и их размеры. В подфазе ФД2 сомкнутость крон нового поколения ели увеличивается
	Численность деревьев пересчетного размера	Уменьшается и становится минимальным для основного (по запасу) поколения; численность деревьев может увеличиваться в подфазе ФД2 за счет нового поколения древостоя.
	Появление подроста и его рост	В подфазе ФД1 появление интенсивное, рост относительно быстрый; в подфазе ФД2 интенсивность появления уменьшается, рост быстрый.
	Величина запаса	Увеличивается; в подфазе ФН1 может иногда несколько уменьшаться за счет отмирания единичных крупных деревьев старшего поколения.
	Характер отпада (отмирания) деревьев	Соотношение диаметров деревьев отпада и живых чаще всего составляет 0.5–0.8 (“низовой отпад”). В отпаде по запасу и числу стволов обычно преобладает сухостой. Размер ежегодного отпада менее 1.0–1.5% запаса древостоя. Запас КДО и доля КДО в общем запасе древесины минимальны (ФН2).
	Сомкнутость крон деревьев и сложение полога	Сомкнутость высокая; сложение относительно однородное.
	Численность деревьев пересчетного размера и пополнение пересчетной части древостоя за счет тонкомера и подроста	Численность деревьев сначала может увеличиваться и быть близкой к максимальным значениям, позже уменьшается. Пополнение пересчетной части древостоя может быть интенсивным в подфазе ФН1, а в подфазе ФН2 значительно уменьшается.
	Роль молодых поколений в формировании запаса	Господствует новое поколение древостоя; запас еще более молодых поколений незначителен, в конце фазы увеличивается (в разновозрастных древостоях).
Появление подроста и его рост	В подфазе ФН1 и в начале следующей подфазы подрост редкий; в конце фазы – начало устойчивого появления подроста; рост медленный	

“сосна–ель”), то древостои разных ярусов могут быть отнесены к разным фазам и подфазам динамики по таким показателям как тенденция изменения запаса и соотношение $M_C : M_B$ или $D_0 : D_{CP}$ (табл. 2, пр. пл. 100); показательную роль данных о численности и состоянии подроста в этом случае надо изучать особо.

Отнесение древостоев отдельных пробных площадей к фазе и подфазе динамики не всегда может быть осуществлено достаточно точно ввиду относительно короткого срока наблюдений (в основном 27–35 лет). В частности, изменение показателей древостоя, характерное для той или иной фазы, нарушалось кратковременным воздействием штормовых ветров в 1980 – начале

1990-х годов. Подобное воздействие на древостой, находящийся в фазе дигрессии запаса или в конце фазы зрелости, всего лишь ускоряет типичное для этих фаз изменение показателей. Однако в фазе нарастания запаса или в начале фазы зрелости результат таких кратковременных воздействий может быть ошибочно принят за начало фазы дигрессии, которая по существу еще не началась (имеет место короткая “псевдофаза” – см. [8]). Поэтому необходимо дальнейшее уточнение показателей разных этапов динамики лесов на заключительной стадии сукцессии.

Заключение. В результате стационарных наблюдений за естественной динамикой еловых древостоев уточнены показатели фаз возрастной



Стадии сукцессии и смена фаз динамики в бореальном хвойном лесу по: Г. Томазиус и Г. Шмидт-Фогт [18].

динамики этих древостоев на заключительной стадии сукцессии (климаксовые и субклимаксовые леса). Выделены фазы зрелости, или стабилизации запаса, дигрессии запаса и накопления запаса. Для фазы зрелости характерны: относительно стабильный запас древостоя, равная вероятность основных видов отпада (сухостоя или ветровала-бурелома), средняя величина отпада (отмирания) деревьев. Для фазы дигрессии запаса характерно уменьшение общего запаса древостоя за счет увеличения размера отпада (более 2–3% запаса), преобладание “верхового” отпада (более крупномерных деревьев) в конце фазы, частое преобладание в отпаде ветровальных и буреломных стволов, неоднородность полога крон деревьев (обилие “окон”), интенсивное появление и хороший рост подроста. Для фазы нарастания запаса характерно увеличение прироста и запаса древостоя, “низовой” характер отпада преимущественно в виде сухостоя (преобладают тонкомерные деревья) и его небольшой размер (в среднем 1.0–1.5% запаса), высокая сомкнутость древостоя, незначительная численность и медленный рост подроста. Некоторые из этих показателей могут быть определены экспресс-методом и использоваться при обследовании лесных массивов и изучении их структуры. К таким показателям можно отнести объем сухостойных и ветровальных деревьев, их соотношение, отношение диаметра деревьев отпада и живых, объем крупных древесных остатков, равномерность сложения полога древостоя, состав и численность подроста и др.

При изучении структуры естественно формирующихся лесных массивов данные о представ-

ленности древостоев, относящихся к разным фазам циклической возрастной динамики, могут дать материал для прогнозирования изменения свойств массивов, оценки степени их устойчивости и возможности сохранения необходимого уровня биологического разнообразия.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю благодарность всем, кто в разное время принимал участие в работах на пробных площадях, в том числе С.С. Савицкому, А.А. Шварц, Л.А. Пегову, А.Ф. Игнатьеву, Д.В. Моисееву, Б.Н. Рябинину, А.А. Гладышеву, О.А. Шведовой, О.В. Чапкевич, Д.М. Докучаеву, Е.В. Сидорову, Ю.А. Игнатьевой, Е.А. Капице, С.А. Степановой, С.А. Трубициной, Е.Ю. Федоровой, И.А. Казарцеву, К.В. Минину, И. Ванхамаяма, И. Спалвене, А.А. Кузнецову.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков А.Д., Дыренков С.А. Возобновительная динамика относительно разновозрастных древостоев ельников в ненарушенных лесных массивах // Тр. Петрозаводской ЛОС, Петрозаводск: Карелия, 1971. Вып. 1. С. 159–174.
2. Восточноевропейские широколиственные леса / Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 1994. 364 с.
3. Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука, 1984. 174 с.
4. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. Дальневосточного филиала АН СССР. Сер. ботан. М.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2 (4). 261 с.
5. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. М.: Колос, 1992. 459 с.
6. Розенберг В.А., Манько Ю.И., Васильев Н.Г. Основные особенности размещения и динамики лесов Приобья и Приамурья // Тр. Института экологии растений и животных. 1972. Вып. 84. С. 116–123.
7. Смирнова А.А., Филиппов Г.В. Обработка пробных площадей на ЭВМ: Методические рекомендации Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. 31 с.
8. Федорчук В.Н., Кузнецова М.Л., Андреева А.А., Моисеев Д.В. Резерват “Вепсский лес”. Лесоводственные исследования. СПб.: СПбНИИЛХ, 1998. 208 с.
9. Федорчук В.Н., Кузнецова М.Л., Шорохова Е.В., Шорохов А.А. Изменение структурных показателей высоковозрастных древостоев по материалам постоянных наблюдений // Тр. СПбНИИЛХ. Вып. 1(21). СПб. 2010. С. 42–49.
10. Федорчук В.Н., Нешатаев В.Ю., Кузнецова М.Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России: типология, динамика, хозяйственные особен-

- ности. СПб.: СПбНИИЛХ, ЗАО "Хромис", 2005. 382 с.
11. *Чертов О.Г.* Экология лесных земель. Л.: Наука, 1981. 192 с.
 12. *Шорохова Е.В., Тетюхин С.В., Минаев В.Н.* Запасы крупных древесных остатков в зависимости от таксационных показателей древостоев и различных нарушений // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). Т. 8, № 2. 2003. С. 94–99.
 13. *Шорохова Е.В., Шорохов А.А.* Характеристика классов разложения древесного детрита ели, березы и осины в ельниках средней подзоны тайги // Тр. СПбНИИЛХ. СПб. 1999. Вып. 1. С. 17–24.
 14. *Шорохова Е.В., Шорохов А.А., Кузнецова М.Л., Федорчук В.Н.* Результаты многолетних наблюдений за динамикой естественно развивающихся высоковозрастных древостоев // Тр. СПбНИИЛХ. Вып. 1 (21). СПб. 2010. С. 18–41.
 15. *Leibundgut H.* Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwälder // Schweiz. Z. Forstwes. 1959. Bd. 110. № 3. S. 111–124.
 16. *Leibundgut H.* Europäische Urwälder der Bergstufe. Bern, Stuttgart: Verlag Haupt, 1982. 308 S.
 17. *Leibundgut H., Schlegel J.* Waldliche Untersuchungen in Bergföhrenbeständen des Schweizerischen Nationalparkes // Schweiz. Z. Forstwes. 1985. Bd. 136. № 11. S. 945–955.
 18. *Schmidt-Vogt H.* Struktur und Dynamik natürlicher Fichtenwälder in der borealen Nadelwaldzone // Schweiz. Z. Forstwes. 1985. Bd. 136. № 12. S. 977–994.
 19. *Stahl G., Ringvall A., Fridman J.* Assessment of coarse woody debris – a methodological overview // Ecol. Bul. 2001. V. 49. P. 57–70.

Age Dynamics of Spruce Stands in the Northwestern Russian Plain Based

V. N. Fedorchuk, E. V. Shorokhova, A. A. Shorokhov, M. L. Kuznetsova

The age dynamics of spruce, stands being at the final succession stages, are characterized. Based on the long-term (27–35 years) investigations on permanent sample plots, there were distinguished the following succession phases: stock stabilization, stock digression, and stock accumulation. The last two phases are divided into two subphases. The data on the different phases of age dynamics characterizing the structure of naturally developing forests enable to assess their stability in time and possibilities for the conservation of the necessary level of biological diversity.