

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОСТОВ В КОРОТКО-ПРОИЗВОДНОМ БЕРЕЗНЯКЕ
КИСЛИЧНО-РАЗНОРАВНО-ЗЕЛЕНОМОШНОМ,
СЛАБО ЗАТРОНУТОМ ШТОРМОВЫМ ВЕТРОМ**

**THE CHANGE OF INCREMENTS IN SHORT-TERM SECONDARY SORREL, MOTLEY-GRASS
AND GREEN MOSS BIRCH FOREST WEAKLY AFFECTED BY STORM WIND**

Ключевые слова: Средний Урал, коротко-производный березняк кислично-разнотравно-зеленомошный, фоновый древостой, изменение прироста берёзы, ели и сосны после воздействия штормового ветра.

Мелкотравный (мелкотравно-зеленомошный) тип леса является самым распространённым, занимает почти 47% покрытой лесом площади Висимского заповедника. В этом типе лесорастительных условий преобладают березняки (52% площади типа). Одним из методов выделения этапов роста и развития древостоев является дендрохронологический способ «boundary-line release criterion». Аналогичные исследования проводились в бывшем СССР и России. Целью исследований было изучение приростов берёзы, ели и сосны в древостое преобладающего типа леса, слабо затронутым штормовым ветром и являющимся фоновым. Объект исследования – Висимский государственный природный биосферный заповедник Свердловской области. Это Уральская горно-лесная область, среднеуральская низкогорная провинция, южнотаёжный лесорастительный округ. Предмет исследования – коротко-производный березняк кислично-разнотравно-зеленомошный от коренного ельника мелкотравно-зеленомошного типа леса. В исследуемом древостое изменение приростов за период с 1982 по 1994 (до) и с 1995 по 2007 гг. (после воздействия штормового ветра) обусловлено ценотическим положением поколений и отдельных деревьев, для которых характерны неоднозначные этапы роста и развития. Для преобладающего основного элемента древостоя (Босн (90 лет)) за весь период наблюдений характерно увеличение прироста лишь на 15%. Прирост основного поколения ели (95 лет) II яруса за 1995-2007 гг. не превысил приросты берёзы, как в древостое этого типа леса, разрушенном ветровалом. Для сосны основного поколения (105 лет) за весь период характерно наличие отрицательного тренда за весь период наблюдений и соответствующего снижения прироста на 16%.

Keywords: Middle Urals; short-term secondary sorrel, motley-grass and green moss birch forest; background stand; change of birch, spruce and pine increments after storm wind impact.

Forest with green mosses and small grasses is the most wide-spread forest type which occupies about 47% of the forested area of the Visim Nature Biosphere Reserve. Birch forests prevail (52% of the area) in this forest growth conditions type. The dendrochronology "boundary-line release criterion" technique is a technique of tree stand growth and development stage identification. Similar studies were carried out in the former USSR and Russia. The research goal was to study birch, spruce and pine increments in the stand of dominant forest type weakly affected by storm wind and being the background forest stand. The study was conducted in the Visim State Nature Biosphere Reserve in the Sverdlovsk Region. The Reserve belongs to the Ural mountain-forest region, Middle-Urals low mountain province, southern boreal forest growth district. The research target was short-term secondary sorrel, motley-grass and green moss birch forest derived from native spruce forest of green moss and small grass type. The changes of increments in the forest stand under study from 1982 to 1994 and from 1995 to 2007 (after storm wind impact) were determined by cenotic location of generations and individual trees which were characterized by different growth and development stages. The increment increase of 15% only is characteristic for the dominant stand element (birch, 90 years old) for the whole study period. The increment of main spruce generation (95 years old) of the 2nd storey was smaller than that of birch from 1995 to 2007 same as in this forest type destroyed by windfall. The pine stand of the main generation (105 years old) is characterized by negative increment trend and corresponding increment decrease by 16% throughout the observation period.

Андреев Георгий Васильевич, к.с.-х.н., с.н.с., Ботанический сад Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург. Тел.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Andreyev Georgiy Vasilyevich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Botanical Garden, Ural Branch, Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg. Ph.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Введение

По данным массовой таксации лесоустройства Висимского заповедника, мелкотравный (мелкотравно-зеленомошный) тип

леса является наиболее распространённым [1], который занимает почти 47% покрытой лесом площади. В этом типе лесорастительных условий преобладают березняки (52%

площади типа). Это говорит о сильнейшей промышленной эксплуатации наиболее продуктивных лесов, начиная с XVIII в. Восстановительно-возрастная динамика данного типа леса исследуемого региона была изучена ранее по данным массовой таксации лесостроительства [2, 3], при этом в последней публикации выделялись этапы роста и развития древостоев. Другим из методов выделения возрастных периодов древостоев является дендрохронологическое выделение «boundary-line release criterion» [4]. Аналогичные исследования проводились и в бывшем СССР и России [5, 6]. Тем не менее дендрохронологические методы являются довольно субъективными [7], что обусловлено воздействием не только климатических, но и решающих ценотических факторов в подзоне южной тайги. Цели и задачи исследований: массовое усыхание деревьев, хозяйственные воздействия человека в виде рубок или техногенного загрязнения, а также распад древостоя после ветровалов, влияние пожаров и других стихийных факторов. Поэтому используются разные методы дендрохронологических исследований [7]. Показана изменчивость прироста, основных элементов древостоя, который не был затронут воздействием штормового ветра.

Цель исследований – изучение приростов фонового древостоя коротко-производного березняка кислично-разнотравно-зеленомошного, слабо затронутого штормовым ветром.

Объекты и методика исследований

Исследования были проведены на территории Висимского государственного природного биосферного заповедника, находящегося в 20 км к западу от г. Кировграда Свердловской области. По лесорастительному районированию это Уральская горная страна, среднеуральская низкогорная провинция южно-таёжного лесорастительного округа [8].

ВПП1-2008 находится в квартале № 53 выдела № 2 у квартальной просеки север-юг 52/53 между пикетом № 9 от кв. столба

52/53/72/73 и кв. столбом 45/46/52/53. Древостой, по данным последнего лесостроительства 2000 г., VI класса возраста (51-60 лет, 3-го класса бонитета).

Исследуемое насаждение представляет собой коротко-производный березняк кислично-разнотравно-зеленомошный от коренного ельника мелкотравно-зелено-мошного типа леса [8]. Детальная характеристика лесорастительных условий этого типа леса представлена ранее [9, 11].

Количественные показатели древостоя ВПП1-2008 приведены в таблице 1, где Я – ярус древостоя; А – возраст элемента древостоя; Н – средняя высота; Д – средний диаметр; N – количество деревьев; ΣG – сумма площадей сечений (или абсолютная полнота); М – запас стволовой древесины.

История, рост и развитие этого древостоя были опубликованы ранее [9].

Древостой очень слабо затронут ветровалом в 1995 г. и поэтому является фоновым: запас валежа берёзы составил 5,343 м³/га, ели – 4,442 м³/га (всего 9,784 м³/га) [10].

Для определения возраста деревьев и замера приростов были взяты керны у деревьев берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour). Замер радиальных приростов был выполнен на приборе Lintab С.В. Иванчиковым с точностью до 0,01 мм. Наиболее тесно объём ствола (и фитомасса дерева) связан с площадью его сечения, поэтому данные радиального прироста (Zr) трансформировались в приросты по площади сечения (Zg) на высоте 1,3 м в коре в соответствии с замеренными диаметрами модельных деревьев [5, 12]. Сравнивался прирост деревьев берёзы, ели и сосны за 13 лет до урагана (с 1982 по 1994 гг.) и 13 лет после урагана (с 1995 по 2007 гг.). При этом указывались стадии роста и развития основных лесобразующих пород, коррелирующие с этими годами.

Таблица 1

Количественные показатели ВПП1-2008

Я	Состав по Я		Элемент леса	А, лет	Н, м	Д, см	N, экз/га	ΣG , м ² /га	М, м ³ /га
	по М	по N							
1	18	5	Ест	112-150	26,2	41,9	19	2,60	31,4
	4	1	С	104(+80)	24,3	46,7	3	0,60	6,6
	79	94	Б	90(+71)	21,1	23,1	369	15,40	141,0
Итого							391	18,60	179,0
2	100	100	Еосн	95	14,9	18,4	278	7,40	52,1
3	100	100	Емл	55	5,3	5,7	529	1,35	2,7
Всего							1199	27,35	233,8

Результаты и обсуждение

Основные этапы роста и развития древостоя по основным лесообразующим породам показаны в таблице 2, где приведены уравнения, а также их степень достоверности (коэффициент детерминации R^2), минимальные ($Zg \min$) и максимальные ($Zg \max$) приросты по площади сечений.

Следует отметить, что погодичные границы этапов роста и развития разных лесообразующих пород, их ярусов и поколений за период с 1982 по 2007 гг. не всегда совпадают. Это обусловлено сложным и смешанным характером древостоя.

Берёза. Для основного поколения берёзы (Босн (90 лет) за период с 1982 по 2007 гг. характерно наличие трёх этапов роста. С 1982 по 1996 гг. имеет место слабо выраженная отрицательная тенденция. Это говорит о стабилизации конкурентных отношений на этом этапе. С 1996 по 2001 гг. наблюдается выраженная тенденция увеличения её прироста. Последний период с 2001 по 2007 гг. характеризуется достоверным уменьшением прироста из-за усиления внутри- и межвидовой конкуренции. Эти флюктуации обусловили больший (на 15%) прирост за период с 1995 по 2007, чем за 1982-1994 гг.

Для единичного дерева младшего поколения берёзы (Бмл (71 год) характерно наличие

отрицательного тренда за весь период наблюдений. Это обусловило существенное (на 31%) снижение прироста.

Ель. Ель старшего поколения I яруса (Ест I) за исследуемый период характеризуется наличием трёх этапов. С 1983 по 1990 гг. наблюдаются достоверный отрицательный тренд; с 1990 по 2003 гг. – достоверная тенденция увеличения приростов; с 2000 по 2007 гг. – ярко выраженная тенденция снижения прироста. Наличие этих трёх возрастных этапов старшего поколения ели привели к большему (на 48%) приросту ели за период с 1995 по 2007 гг. по сравнению с 1982 по 1994 гг.

Для ели основного поколения II яруса (Еосн II) характерны 4 этапа. С 1984 по 1992 гг. – наличие достоверного отрицательного тренда, то есть усиление конкуренции со стороны I яруса. Этап сменяется положительным кратковременным положительным трендом. В дальнейшем наблюдается этап стабилизации прироста с 1995 по 2001 гг. Из-за усиления конкуренции со стороны деревьев I яруса с 2001 по 2007 гг. наблюдается уменьшение прироста. Эти флюктуации прироста Еосн II яруса привели к тому, что в 1995-2007 гг. приросты оказались больше на 23% по сравнению с 1982-1994 гг.

Таблица 2

Рост и развитие древостоя за 1982-2007 гг.

Годы	Элемент древостоя, ярус. Возраст (лет), высота (м) / диаметр (см). Уравнение тренда, его достоверность	$Zg, \min \text{ см}^2$	$Zg, \max \text{ см}^2$
Босн I (90) 21,4/25,0			
1982-1996	$y = -0,0663x + 7,3889 \quad R^2 = 0,1761$	5,81	8,38
1996-2001	$y = 0,4358x + 5,9837 \quad R^2 = 0,4223$	5,81	9,55
2001-2007	$y = -0,4197x + 10,01 \quad R^2 = 0,8081$	6,78	9,55
Бмл I (71) 18,0/23,0			
1982-2007	$y = -0,2782x + 567,77 \quad R^2 = 0,2319$	4,06	22,30
Ест I (112) 25,0/40,8			
1983-1990	$y = -0,9043x + 19,156 \quad R^2 = 0,7445$	12,07	19,01
1990-2003	$y = 1,1556x + 10,243 \quad R^2 = 0,8504$	12,07	25,95
2003-2007	$y = -2,7779x + 29,395 \quad R^2 = 0,9808$	14,83	25,95
Еосн II (95) 15,2/18,4			
1984-1992	$y = -0,5125x + 6,9387 \quad R^2 = 0,9042$	2,51	6,68
1992-1995	$y = 1,7167e^{0,3758x} \quad R^2 = 0,9863$	2,51	8,06
1995-2001	$y = -8E-05x + 6,3061 \quad R^2 = 2E-08$	4,53	8,06
2001-2007	$y = -0,4446x + 6,8293 \quad R^2 = 0,6011$	3,75	7,27
Емл III (55) 6,7/7,8			
1981-1990	$y = 0,0192x + 0,4241 \quad R^2 = 0,4894$	0,43	0,69
1990-1997	$y = 0,1253x + 0,4349 \quad R^2 = 0,923$	0,55	1,51
1997-2007	$y = -0,3422 \ln(x) + 1,5594 \quad R^2 = 0,8815$	0,69	1,51
К () 11,8/14,5			
1982-1985	$y = -0,1683x + 3,4293 \quad R^2 = 0,7897$	2,65	3,18
1985-1997	$y = 2,716e^{0,071x} \quad R^2 = 0,8837$	2,65	7,47
1997-2007	$y = -0,2599x + 6,6165 \quad R^2 = 0,5218$	3,43	7,47
Сосн (105) 24,5/48,5			
1982-2007	$y = -0,2599x + 23,575 \quad R^2 = 0,382$	15,40	27,03
Смл (80) 24,0/43,0			
1981-1985	$y = 18,646e^{0,1584x} \quad R^2 = 0,9448$	23,47	42,08
1985-1998	$y = -7,947 \ln(x) + 39,977 \quad R^2 = 0,7651$	15,40	42,08
1998-2007	$y = 14,373e^{0,1485x} \quad R^2 = 0,9502$	15,40	61,99

У ели младшего поколения III яруса (Емл III) с 1981 по 1990 гг. наблюдается слабо выраженная положительная тенденция увеличения прироста. Этот этап сменился ярко выраженной положительной тенденцией в 1990-1997 гг., когда увеличение прироста произошло почти в 3 раза. В результате усиления конкуренции наблюдается достоверный прирост с 1997 по 2007 гг. Сочетание этих тенденций привело к увеличению прироста в 1995-2007 гг. на 68% по сравнению с периодом 1982-1994 гг.

Для единичных деревьев кедра характерно кратковременное падение прироста в 1982-1985 гг. В 1985-1997 гг. наблюдается резкое увеличение приростов, а в 1997-2007 гг. – их уменьшение.

Для младшего поколения ели III яруса и единичных тонкомерных деревьев кедра характерна синхронность снижения прироста с 1997 по 2007 гг., что свидетельствует о ценотическом характере уменьшения прироста подчинённых поколений ($r=0,768$). В целом же прирост за периоды с 1982 по 1994 и с 1995 по 2007 гг. также довольно близок (коэффициент корреляции прироста r равен 0,742 и 0,776 соответственно). То есть флюктуации прироста разных пород подчинённого положения обусловлены ценотическим фактором.

Сосна. Единичные сосны разного ценотического положения по-разному растут за период наблюдений с 1982 по 2007 гг. У старшего поколения сосны (Сосн 105 лет) наблюдается выраженная отрицательная тенденция за эти годы. Это обусловило достоверное уменьшение приростов за период с 1995 по 2007 гг. по сравнению 1982-2007 гг. на 16%.

На изреживание соседнего древостоя (кв. 52 в. 5) штормовым ветром положительно среагировала сосна младшего поколения (Смл 80 лет) I яруса, которая оказалась рядом с этим выделом. До 1998 г. была характерна тенденция уменьшения прироста (почти в 3 раза) из-за усиления конкуренции со стороны берёзы и ели. С 1995 по 1998 гг. сосна адаптировалась к резко изменившейся ценотической обстановке (или среагировала лишь на последствия штормового ветра – последующее изреживание древостоя). Прирост этого дерева увеличился почти в 4 раза за 1998-2007 гг. Тем не менее наличие этих тенденций обусловило недостоверное различие в приростах до воздействия штормового ветра (1982-1994 гг.) и после (1995-2007 гг.).

Выводы

В исследуемом древостое изменение приростов за период с 1982 по 1994 и с 1995 по 2007 гг. обусловлено ценотическим положением поколений и отдельных деревьев, для

которых характерны неоднозначные этапы роста и развития.

Для преобладающего основного элемента древостоя (Босн) за период с 1982 по 1994 гг. характерно увеличение прироста лишь на 15%, в то время как в длительно-производном березняке этого же типа леса на – 31%.

Для единичных сосен старшего поколения за весь период наблюдений характерен отрицательный тренд. Наиболее адекватно на воздействие штормового ветра среагировала сосна, которая находится на границе с частично разрушенным древостоем. Но различие оказалось недостоверным, так как до 1998 г. наблюдалась тенденция уменьшения прироста. Резкое увеличение прироста у этого дерева наблюдается лишь спустя 4 года после воздействия штормового ветра.

Сравнение приростов деревьев ели, особенно II и III ярусов, с разрушенным древостоем длительно-производного березняка этого же типа [11] показало меньшее их увеличение за период после воздействия штормового ветра.

Приросты основного поколения ели II яруса за 1995-2007 гг. не превысили приросты берёзы, как в длительно-производном березняке вейниково-разнотравно-зеленомошном [11]. То есть не произошло существенного улучшения ценотической обстановки исследуемого древостоя.

Библиографический список

1. Ирсанов В.А., Турков В.Г., Потибенко А.А., Бердников А.В., Бурин А.И. Лесной фонд Висимского заповедника по материалам лесоустроительства 1976 года // Тёмнохвойные леса Среднего Урала: тр. ИЭРиЖ УНЦ АН СССР. – 1979. – Вып. 128. – С. 12-24.
2. Синельщиков Р.Г. Развитие лесов, формирующихся на еловых вырубках Среднего Урала // Лесн. хоз-во. – 1966. – № 4. – С. 24-27.
3. Смолоногов Е.П., Шихов А.М. Восстановительно-возрастная динамика лесов Билимбаевского опытно-показательного лесхоза // Восстановительная и возрастная динамика таёжных лесов Среднего Урала. – Свердловск: УрО АН СССР, 1987. – С. 4-46.
4. Black B.A., Abrams M.D., Rentch J.S., Gould P.J. Properties of boundary-line release criteria in North American tree species // *Annals of Forest Science*. – 2009. – Vol. 66 (2).
5. Фильрозе Е.М. Выявление и оценка этапов роста деревьев и насаждений // Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании. – Иркутск: СО АН СССР, 1987. – С. 206-211.

6. Фильрозе Е.М., Андреев Г.В., Гладушко Г.М. Динамика прироста ели, пихты и берёзы в онтогенезе коротко-производных древостоев в разных регионах Южного Урала // Вид и его продуктивность в ареале: матер. VI совещания. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – С. 341-343.

7. Rubino D.L., McCarthy B.C. Comparative analysis of dendroecological methods used to assess disturbance events // *Dendrochronologia*. – 2004. – Vol. 21 (3). – P. 97-115.

8. Колесников Б.П., Зубарева Б.П., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. руководство. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.

9. Андреев Г.В. Рост и развитие коротко-производного березняка кислично-разнотравно-зеленомошного в Висимском заповеднике // Современные исследования природных и социально-экономических систем. Инновационные процессы и проблемы развития естественно-научного образования: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (11-12 декабря 2014 г.). – Екатеринбург: УрГПУ, 2014. – Т. 2. – С. 22-29.

10. Образцы заполнения и обработки карточек пробных площадей и обследовательских работ. – Горький: Поволжское лесостроительное предприятие ВО «Леспроект», 1988. – 134 с.

11. Андреев Г.В., Алесенков Ю.М., Иванчиков С.В. Реакция берёзы, ели и сосны на воздействие штормового ветра длительно-производного березняка вейниково-разнотравно-зеленомошного // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – № 7 (117). – С. 75-80.

12. Алексеев А.С. Мониторинг лесных экосистем: учеб. пособие. – СПб.: СПбГЛТА, 2003. – 116 с.

References

1. Irsanov V.A., Turkov V.G., Potibenko A.A., Berdnikov A.V., Burin A.I. Lesnoy fond Visimskogo zapovednika po materialam lesoustroystva 1976 goda // *Temnokhvoynye lesa Srednego Urala / Trudy IERiZh UNTs AN SSSR*. – 1979. – Вып. 128. – С. 12-24.

2. Sinel'shchikov R.G. Razvitie lesov, formiruyushchikhsya na elovykh vyrubkakh Srednego Urala // *Lesn. khoz-vo*. – 1966. – № 4. – С. 24-27.

3. Smolonogov E.P., Shikhov A.M. Vosstanovitel'no-vozzrastnaya dinamika lesov

Bilimbaevskogo opytно-pokazatel'nogo leskhoza // *Vosstanovitel'naya i vozzrastnaya dinamika taezhnykh lesov Srednego Urala*. – Sverdlovsk: UrO AN SSSR, 1987. – С. 4-46.

4. Black B.A., Abrams M.D., Rentch J.S., Gould P.J. Properties of boundary-line release criteria in North American tree species // *Annals of Forest Science*. – 2009. – Vol. 66 (2).

5. Fil'roze E.M. Vyyavlenie i otsenka etapov rosta derev'ev i nasazhdeniy // *Dendrokhnologicheskie metody v lesovedenii i ekologicheskom prognozirovanii*. – Irkutsk: SO AN SSSR. – 1987. – С. 206-211.

6. Fil'roze E.M., Andreev G.V., Gladushko G.M. Dinamika prirosta eli, pikhty i berezy v ontogeneze korotko-proizvodnykh drevostoev v raznykh regionakh Yuzhnogo Urala // *Materialy VI soveshchaniya «Vid i ego produktivnost' v areale»*. – SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. – С. 341-343.

7. Rubino D.L., McCarthy B.C. Comparative analysis of dendroecological methods used to assess disturbance events // *Dendrochronologia*. – 2004. – Vol. 21 (3). – P. 97-115.

8. Kolesnikov B.P., Zubareva B.P., Smolonogov E.P. Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoy oblasti // *Prakticheskoe rukovodstvo*. – Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1973. – 176 с.

9. Andreev G.V. Rost i razvitie korotko-proizvodного березняка кислично-разнотравно-зеленомошного в Висимском заповеднике // *Sovremennye issledovaniya prirodnikh i sotsial'no-ekonomicheskikh sistem. Innovatsionnye protsessy i problemy razvitiya estestvenno-nauchного obrazovaniya / Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 11-12 dekabrya 2014 goda*. – Ekaterinburg: UrGPU, 2014. – Т. 2. – С. 22-29.

10. Obraztsy zapolneniya i obrabotki kartocheк probnykh ploshchadey i obsledovatel'skikh rabot. – Gor'kiy: Povolzhskoe lesoustroitel'noe predpriyatие VO «Lesproekt», 1988. – 134 с.

11. Andreev G.V., Alesenkov Yu.M., Ivanchikov S.V. Reaktsiya berezy, eli i sosny na vozzdeystvie shtormovogo vetra dlitel'no-proizvodного березняка вейниково-разнотравно-зеленомошного // *Vestnik Altayskogo gosudarstvenного agrarnого universiteta*. – 2014. – № 7 (117). – С. 75-80.

12. Alekseev A.S. Monitoring lesnykh ekosistem // *Uchebnoe posobie*. – SPb.: SPbGLTA, 2003. – 116 с.

