

УДК 630*182.2+630*561.25+630*421

Г.В. Андреев, Ю.М. Алесенков, С.В. Иванчиков
(G.V. Andreev, Yu. M. Alesenkov, S.V. Ivanchikov)
Ботанический сад Уральского отделения РАН, Екатеринбург

**ОСОБЕННОСТИ СЕРИЙНОЙ ДИНАМИКИ СТРУКТУРЫ ДЛИТЕЛЬНО-ПРОИЗВОДНОГО
БЕРЕЗНЯКА ВЕЙНИКОВО-РАЗНОТРАВНО-ЗЕЛЕНОМОШНОГО
(PECULIARITIES OF SERIAL DYNAMICS OF STRUCTURE OF REED GRASS,
MISCELLANEOUS HERBS AND GREEN MOSS LONG-TERM SECONDARY BIRCH STAND)**

Изучалась динамика роста и развития древостоев в восстанавливающихся лесных сообществах. Критерием оценки служили приросты, т. е. изменения в динамике ростовых процессов берёзы, ели и сосны. Получены оригинальные данные по росту и развитию видов в образуемом ими лесном сообществе.

The growth and development dynamics of regenerative forest communities was investigated. The criterion of estimation were increments or changes in dynamics of growth processes of birch, spruce and pine. The original data of species growth and development in forming with them forest community had been received.

Введение

Особенности протекания лесообразовательного процесса после рубок коренных ельников выражаются в темпах сукцессии и её последовательности (Дыренков, Савицкая, Соколова, 1987). Для выявления и количественной оценки этапов роста и развития, т. е. определения характера флюктуаций роста деревьев и соответственно этапов формирования древостоев, нами изучались приросты берёзы, ели и сосны, составляющих древостой длительно-производного березняка вейниково-разнотравно-зеленомошникового. Вопросы роста и развития, а также формирование березняков нами изучались ранее (Андреев и др., 2006; Андреев и др., 2011; Андреев и др., 2013). Эти исследования проводились в двух типах леса: березняке высокотравном (производном от ельника высокотравно-папоротникового) и хвощово-мелкотравном (производном от ельника с кедром хвощово-мелкотравного).

Объекты и методика исследований

Исследования 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-таёжный округ (Колесников и др., 1973). Временная пробная площадь (ВПП-2-2008) была заложена в кв. 52 выделе №5 и кв. 53, выделе №6, её пересекает квартальная просека север-юг между пикетами №6 и №7 от квартального столба 52/53/72/73. По данным последнего лесоустройства 2000 г. это было насаждение седьмого класса возраста (61–70 лет, III класса бонитета). В 1995 г. древостой был затронут ветровалом, а в 2010 г. уничтожен пожаром.

Индекс типа лесорастительных условий 342. Цифра 3 обозначает принадлежность к низ-

когорному и предгорному классу типов (200–500 м над у.м.), 3 – группа типов по режиму увлажнения (свежие периодически влажные), 2 – положение в рельефе в сочетании с особенностями почв (плоские вершины и пологие склоны невысоких возвышенностей с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами при близком водоупоре из глинистого аллювия и плотных горных пород) (Колесников и др., 1973). Это соответствует коренному типу леса ельнику разнотравно-зеленомошниковому (Колесников и др., 1973).

ВПП заложили в соответствии с методикой упрощенной измерительной таксации (Бараев, 1963; Лесков, 1967; Фильрозе, Богданов, 1977; Анучин, 1982) с дополнениями, учитывающими более сложную структуру древостоя. Так как древостой не имел густого подроста и подлеска, то переучёт 2008 г. был выполнен на 10 круговых площадках В. Биттерлиха. Это количество площадок оказалось достаточным,

Лесное хозяйство

чтобы определить абсолютную полноту всего древостоя с точностью 5 %, а преобладающей в нём берёзы – 4 %.

Для определения возраста и замера приростов было взято 5 кернов у деревьев берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) I яруса, 10 кернов у ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb) I яруса, 7 кернов ели II яруса и 2 керна у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) I яруса. Замер радиальных приростов был выполнен на приборе Lintab С.В. Иванчиковым с точностью до 0,01 мм. Расчётным путём были получены показатели хода роста по диаметру (Андреев и др., 2013), а также прироста по площади сечений стволов на высоте 1,3 м в коре (Фильрозе, 1987; Фильрозе и др., 1990; Фильрозе и др., 1993; Алексеев, 2003).

В основном ярусе древостоя (табл. 1) преобладает (2/3 по за-

пасу и около 4/5 по количеству деревьев) берёза, возникшая на вырубке, есть одиночная сосна одного возраста с берёзой и около 1/3 запаса составляет ель предварительного происхождения 124–180-летнего возраста. Второй ярус представлен елью, возникшей на вырубке 1888 г., которая не смогла конкурировать с берёзой. III ярус с преобладанием пихты возник под пологом послерубочного древостоя.

Участие берёзы в составе древостоя без выделения ярусов по запасу составляет 58,7, ели – 39,3, а сосны – 2,0 %. Расчёты Р.Г. Синельщикова (1966) показывают, что исследуемый древостой является длительно-производным и преобладание тёмнохвойных может произойти за период не менее 150–200 лет.

По данным первого лесоустройства 1844–1845 гг., проведённого горными межевщиками

Алексеем Волковым и Василием Ватеркампом (Турков, 1976) на месте исследуемого древостоя были обширные вырубки 1809–1826 гг. В момент рубки в 1888 г. возраст сформировавшегося древостоя был в пределах 62–79 лет. Небольшое время, прошедшее между двумя рубками, – свидетельство того, что древостой был с преобладанием берёзы, быстрее растущей по сравнению с елью и достигшей эксплуатационных размеров. Затем из-за сильного задернения почвы в данном типе лесорастительных условий процесс естественного возобновления был затруднён даже для берёзы, и она отмечена лишь с конца XIX в.

Ввиду невысокого темпа роста в период самосева-подроста и быстрого роста берёзы в тот же период ель, появившаяся на вырубке, не может конкурировать

Таблица 1

Количественные показатели растущей части древостоя *

Ярус	Состав по Я		Элемент леса	А, лет	Н, м	Д, см	Бонитет	N, экз./га	ΣG, м ² /га	M, м ³ /га
	По М	По N								
1	31	21	Ест+Еосн	124–180	24,2	29,0	III	109	7,20	81
	67	79	Б	120 (1888)	24,5	22,2	III	416	16,10	176
	2	1	С	120 (1888)	27,3	41,0	II	4	0,50	6
Итого								529	23,80	262
2	100	100	Есред	120 (1888)	17,8	17,7	IV	184	4,50	37
3	31	25	Емл	50–60	4,9	5,3		23	0,05	0,1
	69	75	Пмл	50–60	4,3	4,8		69	0,13	0,3
Итого								92	0,18	0,4
Всего								805	28,48	300

* Ярус – ярус древостоя, А – возраст элемента древостоя, а также время его появления, Н – средняя высота, Д – средний диаметр, N – количество деревьев, ΣG – сумма площадей сечений (или абсолютная полнота), M – запас стволовой древесины.

Лесное хозяйство

с берёзой даже в возрасте 100 лет. Лишь частичное изреживание древостоя ветровалом 1995 г. способствовало увеличению её прироста более чем в три раза, что больше прироста берёзы с 2001 г.

Объём стволов ветровальных деревьев был рассчитан на основе методики учёта брошенной древесины (Образцы..., 1988) и составил 12,643 м³/га, ели – 17,388, а пихты – 3,735 м³/га (всего 33,766 м³/га).

Обработка материалов была выполнена с использованием электронных таблиц MS Excel методов регрессионного анализа (Свалов, 1985) для определения тенденций приростов элементов древостоя.

Результаты и их обсуждение

Рост и развитие древостоя на основе приростов по площади сечений показаны на рисунке. Основные этапы прироста и их краткая характеристика приведены в табл. 2.

До 1888 г. нынешняя ель I яруса находилась под пологом древостоя. После рубки в 1888 г. в течение 4 лет она адаптировалась к условиям открытого места. С 1892 г. для ели отмечается резкое увеличение прироста почти на два порядка величин. Затем с 1910 по 1921 гг. после смыкания крон приросты ели старшего поколения увеличиваются в меньшей степени. Больше всего в этот период растут приросты единичной сосны, несмотря на конкуренцию с берёзой последующего происхождения.

Наиболее стабильными приростами древостоя был период с 1961 по 1982 гг. – этап стабилизации конкурентных отношений (Фильрозе и др., 1993). Хотя в это время наблюдается незначительная тенденция уменьшения прироста берёзы I яруса.

С 1930 г. наибольшие приросты были характерны для единичных сосен I яруса. Прирост ели I яруса до 1941 г. был близок к приросту берёзы I яруса, а в последующем – больше. Особенно приросты ели I яруса увеличились после 1961 г.

С 1910 по 1930 гг. наблюдается этап смыкания крон в древостое преимущественно за счёт появления берёзы с примесью сосны, а также немногочисленного молодого поколения ели. Максимальные приросты характерны для ели предварительной генерации.

В результате усиления конкуренции со стороны берёзы наблюдается третий этап роста и развития древостоя (Фильрозе и др., 1993) – снижение приростов ели и берёзы. Этап характеризуется занятием сосной лидирующих позиций. Единичные сосны, попавшие в благоприятные ценоотические отношения (их верхушки не перекрывались кронами берёз), отличаются наибольшими приростами по сравнению с другими элементами древостоя. Наблюдается увеличение приростов у сосны. В конце этапа у сосны происходит усиление флюктуаций приростов. Приросты берёзы и ели предварительной генерации близки между собой, между ними отмечается наибольшая

конкуренция. Минимальные приросты характерны для ели последующей генерации II яруса. Ель послерубочного происхождения имеет тенденцию снижения приростов ещё с 1917 г., испытывая отрицательное конкурентное воздействие преимущественно со стороны берёзы.

В результате изреживания берёзы отмечается новый этап роста и развития древостоя с 1958–1960-х годов, когда максимальные приросты характерны также для сосны, но наблюдается уменьшение флюктуаций её приростов. Ель предварительной генерации I яруса характеризуется большими приростами по сравнению с берёзой. Для ели II яруса последующего происхождения, у которой минимальные приросты, наблюдается их увеличение. Для берёзы отмечается падение приростов с увеличением их флюктуаций. Этот этап роста и развития древостоя прервался под воздействием штормового ветра, усиленного налипанием мокрого снега, в 1995 г.

Катастрофический ветровал 1995 г. привёл к усилению приростов ели II яруса, которые стали больше приростов берёзы I яруса с 2001 г. В меньшей степени на ветровал среагировала ель I яруса, приросты которой начали увеличиваться лишь с 1998 г.

После воздействия штормового ветра наблюдается незначительный период адаптации древостоя в течение 3–4 лет. Это падение приростов ели I яруса и сосны с 1996 г. с минимумом в 1998 г. и незначительное увеличение приростов II яруса ели.

Лесное хозяйство

Таблица 2

Стадии роста и развития древостоев на основе приростов по площади сечений (Zg)

Годы	Элемент древостоя и его ярус Высота элемента древостоя, м Диаметр элемента древостоя, см Стадии роста и развития древостоев	С I	Е I	Б I	Е II
		27,3 41,0	24,2 29,0	24,5 22,2	17,8 17,7
1862 1889	Рост старшего поколения ели под пологом древостоя, сильное угнетение со стороны основного яруса древостоя		0,0020* 0,085		
1892 1909	Резкое усиление приростов ели почти на 2 порядка после рубки древостоя в 1888 г.		0,046 3,42		
1909 1921	Наибольшие приросты характерны для ели предварительной генерации. Наибольшая тенденция увеличения приростов характерна для сосны, что отображается экспоненциальным (показательным) уравнением. Для всех элементы древостоя характерно увеличение приростов	0,89 4,07	2,67 4,77	0,80 4,01	1,07 2,32
1921 1930	Для берёзы и ели I яруса характерно замедление увеличения приростов, что наиболее адекватно отображается логарифмическими уравнениями. Наибольшее увеличение приростов характерно для сосны	4,00 7,24	3,47 6,57	2,86 4,71	1,44 2,32
1930 1941	Наибольшая положительная тенденция характерна для сосны I яруса. Падение приростов ели I и II яруса из-за усиления конкуренции со стороны берёзы. Приросты у берёзы больше, чем у ели I яруса	6,86 12,48	3,64 6,57	4,80 6,58	1,17 2,20
1941 1951	Увеличение приростов сосны I яруса. Слабо выраженная и достоверная тенденция увеличения приростов ели I яруса	9,96 16,92	3,64 6,04	3,75 6,04	1,17 1,68
1951 1961	Для сосны I яруса характерно увеличение флюктуаций прироста и завершение тенденции увеличения прироста, стабилизация приростов берёзы и ели	9,39 20,19	3,86 6,48	4,13 5,91	1,10 1,45
1961 1982	Падение приростов сосны основного яруса, приросты дорубочной ели становятся больше приростов берёзы и наблюдается тенденция их увеличения. Для берёзы характерна отрицательная тенденция приростов. Zg ели II яруса в начале этапа увеличиваются. Это обусловлено усилением конкурентного воздействия берёзы основного яруса	12,94 20,19	5,99 8,48	2,66 5,70	1,31 2,27
1982 1991	Стабилизация приростов сосны I яруса, тенденция уменьшения приростов у ели I и II яруса, недостоверная и слабо выраженная тенденция уменьшения приростов берёзы	12,94 19,06	5,91 9,72	2,66 6,66	1,21 2,27
1991 1995	Положительная и достоверная тенденция увеличения приростов ели и сосны I яруса. Слабо выраженная, но достоверная положительная тенденция увеличения приростов ели II яруса. У берёзы фактическое отсутствие достоверного тренда	14,51 22,42	6,15 13,26	3,69 4,85	1,21 2,37
1995 1998	Период адаптации деревьев к воздействию штормового ветра, уменьшение приростов ели и сосны I яруса, увеличение приростов берёзы, стабилизация приростов ели II яруса	16,43 23,24	8,12 13,26	2,77 7,25	1,89 3,07
1998 2008	После адаптации деревьев наблюдается усиленный прирост ели II яруса, а с 2001 г. – его стабилизация. С 2001 г. приросты ели II яруса больше приростов берёзы. Увеличение приростов сосны незначительное. Увеличение приростов ели I яруса	7,84 27,45	5,47 13,31	3,91 7,80	2,66 10,15

* Приведены минимальные и максимальные значения приростов Zg в см².

Лесное хозяйство

У берёзы в 1996 г. произошло падение приростов, а их резкое последующее увеличение – с 1997 г. Воздействие штормового ветра вызвало достоверное увеличение приростов берёзы.

Стабильное увеличение приростов ели I яруса и сосны наблюдалось с 1999 по 2007 гг. У ели II яруса с 1999 по 2001 гг. резко увеличились приросты, после чего они стабилизировались с 2001 по 2007 гг. на уровне 6,62–10,15 см². Приросты ели II яруса превосходят приросты берёзы с 2001 г., но не превышают приросты ели I яруса. В 2001–2007 гг. наблюдается линейная ($y = -0,2735x + 553,49$) и недостоверная ($R^2 = 0,1935$) тенденция уменьшения приростов берёзы.

В результате изреживания древостоя после воздействия урагана произошло незначительное увеличение приростов сосны,

ели I яруса предварительной генерации, берёзы. Наибольшее увеличение приростов (более чем в три раза) характерно для ели II яруса послерубочного происхождения, что подтверждает результаты С.Г. Шиятова (1990). Приросты ели II яруса стали близки к приростам берёзы и за период 1995–2007 гг. достоверно ($F = 0,399 < F_{0,05} = 4,23$) не различаются.

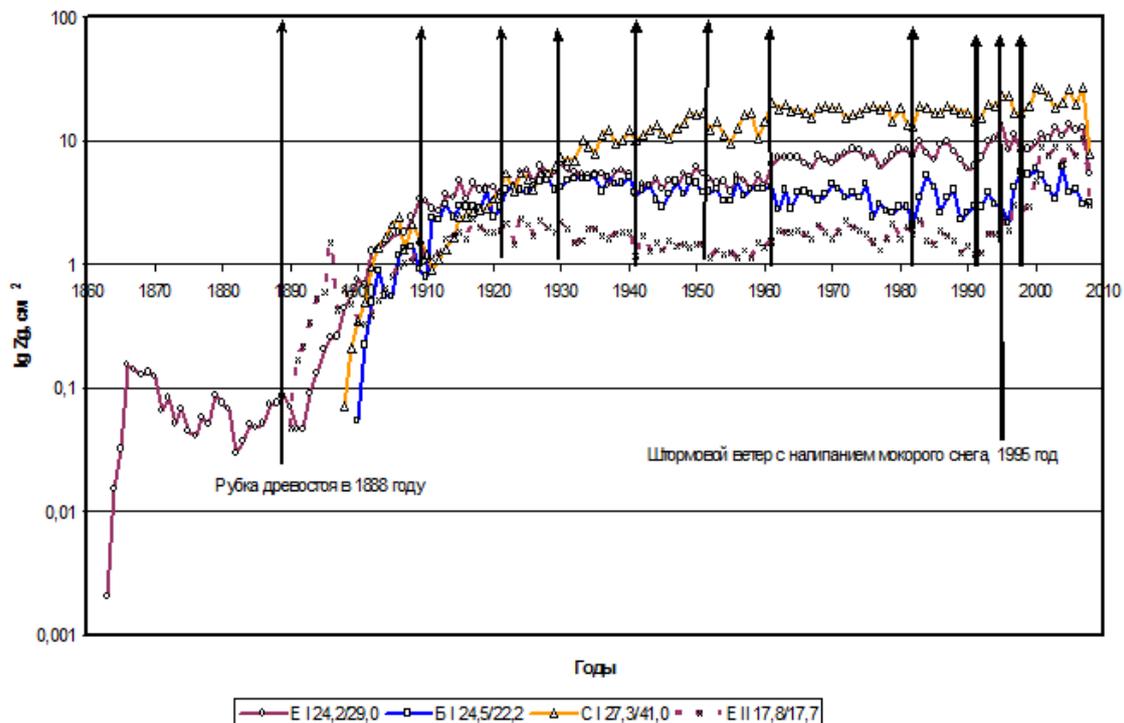
Выводы

С использованием оригинальных методик нами выделены количественно разные этапы роста и развития элементов древостоя. Эти возрастные периоды определяются онтогенетическими (возрастными) особенностями лесообразующих видов, хозяйственной деятельностью (рубки), стихийными бедствиями (ветровалы и пожары), а также экстремальными годами (по со-

отношению количества осадков и тепла). В течение рассматриваемого периода наилучшей производительностью характеризуется сосна I яруса, а наихудшей – ель II яруса, которая появилась на вырубке 1888 г.

Важным фактором, имеющим большой интерес для лесного хозяйства следует считать отмеченные нами закономерное увеличение приростов сосны, возникшей на вырубке 1888 г., и полученное ею в процессе межвидовой конкуренции преимущество перед елью (в первую очередь) и берёзой, что положительно отразилось на продуктивности сосны.

Показано, что конкуренцию появившейся на вырубке берёзе может составить ель I яруса, возникшая из подроста предварительной генерации, имеющая в год рубки диаметр около 2 см и возраст около 30 лет.



ВПП-2-2008. Приросты по площади сечений (Zg) основных элементов древостоя длительно-производного березняка вейниково-разнотравно-зеленомошного (342)

*Лесное хозяйство**Библиографический список*

1. Алексеев А.С. Мониторинг лесных экосистем: учеб. пособие: СПб.: СПбГЛТА, 2003. 116 с.
 2. Андреев Г.В., Алесенков Ю.М., Иванчиков С.В. Строение, формирование и рост длительно-производного березняка хвощово-мелкотравного // Современное состояние и перспективы развития ООПТ Урала: матер. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Висимского гос. природ. биосфер. заповедника и 10-летию присвоения ему статуса биосферного (Нижний Тагил, 2–4 декабря 2011 г.). Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2011. С. 8–15.
 3. Андреев Г.В., Алесенков Ю.М., Иванчиков С.В. Рост по диаметру берёзы, ели и сосны и приросты повреждённой и неповреждённой ели в длительно-производном травяно-зеленомошном березняке // Лесн. таксация и лесоустройство. 2013. № 2 (50). С. 18–23.
 4. Андреев Г.В. и др. Изучение формирования и роста производного березняка на основе радиального прироста деревьев // Эколог. исслед. в Висим. биосфер. заповеднике. Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во. Новое время, 2006. С. 49–56.
 5. Анучин Н.П. Лесная таксация: учебник. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
 6. Бараев С.К. Определение запасов без обмера модельных деревьев // Лесн. хоз-во. 1963. №8. С. 26–29.
 7. Дыренков С.А., Савицкая С.Н., Соколова И.Г. Дендрохронологический анализ вторичных сукцессий // Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании: тез. междунар. совещ. Иркутск, 1987. С. 229–233.
 8. Колесников Б.П., Зубарева Б.П., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практич. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
 9. Лесков Н.Д. Опыт составления эскизов таблиц хода роста древостоев с использованием данных упрощенной измерительной таксации // Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск: УФАН, 1967. С. 157–163.
 10. Образцы заполнения и обработки карточек пробных площадей и обследовательских работ. Горький: Поволж. лесоустрои. предприятие ВО «Леспроект», 1988. 134 с.
 11. Свалов С.Н. Применение статистических методов в лесоводстве // Итоги науки и техники: Лесоведение и лесоводство. М.: ВИНТИ, 1985. Т.4. С. 1–164.
 12. Синельщиков Р.Г. Развитие лесов, формирующихся на еловых вырубках Среднего Урала // Лесн. хоз-во. 1966. №4. С. 24–27.
 13. Турков В.Г. К 125-летию завершения первого лесоустройства территории Висимского заповедника // Информ. матер. Сред.-Урал. горно-лесн. биогеоценот. стационара по итогам 1975 г. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976. С. 34–39.
 14. Фильрозе Е.М. Выявление и оценка этапов роста деревьев и насаждений // Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании: тез. междунар. совещ. Иркутск, 1987. С. 206–211.
 15. Фильрозе Е.М., Богданов В.И. Методы изучения динамики разновозрастных древостоев (на примере сосняков предлесостепья восточно-уральского пенеплена) // Развитие лесообразовательного процесса на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. С. 85–101.
 16. Фильрозе Е.М., Андреев Г.В., Гладушко Г.М. Динамика прироста ели, пихты и берёзы в онтогенезе короткопроизводных древостоев в разных регионах Южного Урала // Вид и его продуктивность в ареале: матер. VI междунар. совещ. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. С. 341–343.
 17. Фильрозе Е.М. и др. Экология лесов западной Башкирии. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 180 с.
 18. Шиятов С.Г. Определение вывала деревьев дендрохронологическими методами // Лесоведение. 1990. №2. С. 72–81.
-
-