

1. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*23:630*174.755:630*174.752(470.55/.58)

Г.В. Андреев

ФОРМИРОВАНИЕ, РОСТ И РАЗВИТИЕ ПОКОЛЕНИЙ ЕЛИ И ПИХТЫ II ЯРУСА НЕСКОЛЬКИХ РЯДОВ ВОССТАНОВИТЕЛЬНО-ВОЗРАСТНЫХ СМЕН НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Введение. На Южном Урале возобновление тёмнохвойных древостоев проводилось несколькими научными учреждениями. На отдельных временных пробных площадях (всего 17 шт.) детальная структура подроста ели и пихты в ходе наших совместных исследований была изучена Н.С. Ивановой [2001]. Но его изреживание и вращание во II и основной ярусы древостоя в разных рядах восстановительно-возрастной динамики ею не рассматривались. В условиях абсолютно-разновозрастных девственных еловых лесов северной Швеции [Lundqvist and Nilson, 2007] детально показана восстановительная динамика ели европейской, заключающаяся в пополнении подростом, достижении им высоты 1,3 м, его смертности и вращении его в древесный ярус. Изучение структуры древостоев также необходимо для экологически-модельного ориентированного леса [Sørensen, Bjelkåsen, Ivantsov, 2013].

Недавними исследованиями, выполненными лабораторией лесоведения УНЦ РАН и сотрудниками Южно-Уральского государственного природного заповедника [Горичев и др., 2012], выделены предгенеративные стадии роста и развития ели и пихты как без угнетения, так и с угнетением. Тем не менее, в этих работах отсутствуют сведения о формировании, структуре, росте и развитии II яруса ели и пихты в разных рядах восстановительно-возрастных смен, возможности их выхода в основной ярус или образования ими основного яруса древостоя после разрушения основного полога.

Поэтому представляет интерес изучение особенностей происхождения, роста и развития ели и пихты подчинённых ярусов разных рядов депрессивно-демутационных смен, а также возможность формирования в будущем древостоев из сохранившегося подроста после рубок главного пользования, преимущественно сплошнолесосечных [Дебков и др., 2015].

Цель данного исследования – изучение формирования, роста и развития II яруса ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.) и пихты сибирской (*Abies sibirica* Ldb.) под пологом древостоев разных рядов восстановительно-возрастной динамики на Южном Урале на примере преобладающего типа лесорастительных условий на принципах генетической классификации типов леса.

Методика исследования. Исследование проводили на территории бывшего Катав-Ивановского лесхоза (ныне – Катав-Ивановское лесничество) Челябинской области – это Юрюзанско-Верхнейайский округ южноуральской провинции подзоны южнотаежных и смешанных лесов [Колесников, 1969] – в нижнем таёжном высотном поясе без участия в составе древостоев, подросте и подлеске дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), клёна остролистного (*Acer platanoides* L.), ильма шершавого (*Ulmus glabra* Mill.) и лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) на высоте 450–550 м н. у. м. в преобладающем типе лесорастительных условий на пологих склонах с мощными дренированными почвами [Андреев, 2010]. Детальная характеристика лесорастительных условий приведена ранее [Андреев, 2007; 2010б]. Коренным типом леса является ельник чернично-зеленомошный [Иванова, 2001].

Исследование выполнено на принципах генетической классификации типов леса Южного Урала [Прокопов, Фильрозе, 1974; Фильрозе, 1983; 1986], основу которой составляет тип лесорастительных условий, определяемый по положению участка в рельефе в сочетании с особенностями увлажнения и почв [Колесников, 1956; Смолоногов и др., 2004]. Размер типа лесорастительных условий, принятых представителями географо-генетической типологии, примерно соответствует понятию «фация» физико-географов [Прокаев, 1983].

Нами выделены следующие ряды восстановительно-возрастной динамики: темнохвойные древостои, сформировавшиеся из сохранившегося подросте, коротко-производные березняки образованные преимущественно берёзой пушистой (*Betula pubescens* L), длительно-производные осинники с основным лесобразующим видом осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), устойчиво-производные березняки, устойчиво-производные осинники. В дальнейшем они были, соответственно, обозначены для краткости цифрами 1,2,3,4 и 5 в таблицах.

Таксационные показатели древостоев были получены с использованием общепринятых выборочных методов измерительной таксации [Загребев и др., 1992], с использованием метода В. Биттерлиха, а в древостоях с густым подростом или подлеском – ленточных перечётов с дополнениями, учитывающими сложность объектов. На отдельных ключевых участках закладывали временные пробные площади в соответствии с ОСТ-56-69–83, с учётом наличия нескольких поколений ели и пихты.

Всего было сделано 19 описаний темнохвойных древостоев, сформировавшихся из подроста, 13 – коротко-производных березняков, 13 – устойчиво-производных березняков, 16 – длительно-производных осинников и 17 – устойчиво-производных осинников. Возраст деревьев определялся по кернам на минимально-возможной высоте и спилам, взятым у основания ствола. При этом срублено и обмерено 139 модельных деревьев, взято 783 керна древесины для определения возраста деревьев, сделан замер высоты и диаметра у 2345 деревьев, замерен диаметр у 12461 деревьев, общая площадь пробных площадей и ленточных пересчетов составила 41300 м². Также было заложено 464 площадки В. Битерлиха.

Так как поколения ели и пихты представлены как в основном, так и в подчиненных ярусах, то проводили их разделение в соответствии с общепринятыми методиками, принятыми в лесной таксации (Загреев и др., 1992). Высота II яруса составила 80% и менее от высоты основного элемента древостоя.

К подросту в соответствии с рекомендациями при исследовании разновозрастных древостоев [Фалалеев, 1964; Методы изучения лесных сообществ, 2002, и др.] относили экземпляры менее 2 м высотой и диаметром менее 2 см на высоте 1,3 м. На 17 описаниях из 77 подрост был детально изучен Н.С. Ивановой [2001]. На основе общепринятой методики (ОСТ-56-69–83) нами подрост характеризовался средним возрастом, высотой и количеством деревьев на 1 га, причем учитывался только жизнеспособный.

Возраст основного элемента древостоя в темнохвойных древостоях (ель или пихта) находится в пределах 55–160 лет, в коротко-производных березняках (берёза) – 5–100 лет, в длительно-производных осинниках (осина) – 5–110 лет, устойчиво-производных березняках – 15–120 лет, устойчиво-производных осинниках – 8–100 лет. Возраст подроста и II яруса ели в темнохвойных древостоях не превышал 110 лет, а в производных березняках и осинниках – 90 лет. Из-за ограниченной представленности полевых материалов (пять описаний) длительно-производных березняков последние были распределены между коротко- и устойчиво-производными березняками.

В темнохвойных древостоях зависимость высоты и диаметра от возраста ели II яруса наиболее адекватно аппроксимируется уравнением Ф. Корсуня [Свалов, 1985] вида

$$y = x^2 / (a + bx + cx^2), \quad (1)$$

а в коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках – степенным уравнением

$$y = ax^b, \quad (2)$$

где x – возраст; y – высота или диаметр. Использование разных уравнений обусловлено тем, что ель второго яруса в производных лиственных древостоях оказалась не старше 90 лет и не достигла точки перегиба в росте по высоте и диаметру.

Динамика по высоте и диаметру пихты II яруса в тёмнохвойных древостоях, коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках отображается уравнением (1), что обусловлено замедлением роста пихты по высоте в более раннем возрасте, чем у ели.

Достоверность различия в росте по высоте и диаметру ели и пихты II яруса разных рядов восстановительно-возрастных смен определялась по варианту двухфакторного дисперсионного анализа, описывающего различие течения двух процессов: по их среднему уровню и непараллельности их динамики [Плохинский, 1980].

Статистическая обработка материала приводилась с использованием электронных таблиц MS Excel и программы Statistica v. 6.0.

Результаты исследования.

Формирование второго яруса ели и пихты. Время появления поколений подроста и второго яруса, по сравнению с возрастом основного элемента древостоя, приведено в табл. 1, в темнохвойных древостоях поколения подроста и II яруса имеют последующее происхождение. В длительно и устойчиво-производных березняках и осинниках – как предварительное, так и последующее происхождение относительно возраста основного элемента древостоя (берёзы или осины). Это обусловлено особенностями хода роста по высоте основных лесобразующих пород в данном типе лесорастительных условий и соответствующей возможностью конкуренции ели и пихты, возникших из сохранившегося подроста на вырубках преимущественно сплошнолесосечных, с берёзой и осиной последующего происхождения (Андреев, 2010а).

Рост по высоте и диаметру. Ход роста ели и пихты по высоте и диаметру представлен в табл. 2.

Ель. На полученных полевых материалах динамику высот и диаметров II яруса ели удалось изучить в пихто-ельниках из сохранившегося подроста (1), а также в коротко-производных березняках (2) и длительно-производных осинниках (3).

Таблица 1

Соотношение возраста (лет) поколений подроста и II яруса в рядах восстановления с возрастом основного элемента древостоя

Correlation of age (years) generations of seedlings and II storey in regenerations series with age of dominant stand species

Порода подроста и II яруса	Ряд восстановительно-возрастной динамики				
	1	2	3	4	5
Ель	30–130 Ель 0–75 Пихта	0–115 Берёза	–25–50 Осина	–15–50 Берёза	–20–25 Осина
Пихта	10–145 Ель 20–90 Пихта	–15–95 Берёза	–27–45 Осина	–15–50 Берёза	–18–50 Осина

Примечания. Знак минус – ель и пихта подроста и II яруса имеют предварительное происхождение; 0 – ель или пихта появились одновременно с основным элементом древостоя; положительное значение указывает на последующее происхождение.

Основной элемент древостоя в тёмнохвойных древостоях – ель и пихта, в березняках и осинниках – берёза и осина соответственно.

Sign minus means, that spruce and fir of seedlings and II storey is advance generation, 0 – spruce and fir appeared together with dominant stand species, positive sign indicate following generation.

Main stands species in dark-coniferous stands are spruce and fir, but at birch and aspen dominated stands are birch and aspen correspondly.

Таблица 2

Рост по высоте и диаметру ели и пихты подроста и II яруса

Height and diameter growth of spruce and fir of seedlings and II storey

Возраст, лет	Ель						Пихта					
	1		2		3		1		2		3	
	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>D</i>
20	0,6		0,7		0,8		1,0		0,5		0,7	
40	3,1	3,9	3,1	4,0	3,1	4,5	4,9	5,4	2,8	3,4	3,3	3,4
60	8,2	9,4	7,3	8,6	7,1	9,7	10,8	13,2	8,4	8,9	7,9	10,6
80	14,8	16,6	13,4	14,8	12,8	16,8	15,3	20,2	14,2	16,0	13,5	18,1
100	20,0	24,1					17,3	23,3				
120	22,6	30,6										

Примечание. *H* – рост по высоте, м, *D* – по диаметру, см.

Наибольшая достоверность аппроксимации роста II яруса ели по высоте оказалась в пихто-ельниках ($r^2 = 0,950$), а наименьшая – в длительно-производных осинниках ($r^2 = 0,924$). В темнохвойных древостоях коэффициент детерминации уравнений динамики по диаметру оказался наибольшим ($r^2 = 0,928$), а наименьшим – в длительно-производных осинниках ($r^2 = 0,701$).

Рост ели по высоте и диаметру оказался близким в темнохвойных древостоях, коротко-производных березняках, а также в длительно-производных осинниках. Дисперсионный анализ [Плохинский, 1980] также подтвердил достоверное отсутствие различия роста по высоте и диаметру ели II яруса в пихто-ельниках, а также коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках как по среднему уровню ($F_{\text{набл}} < F_{\text{табл}}$, $p < 0,95$), так и непараллельности динамики ($F_{\text{набл}} < F_{\text{табл}}$, $p < 0,95$).

Пихта. Динамику высот и диаметров II яруса пихты сравнивали в пихто-ельниках, в коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках.

Наименее жестким оказалось уравнение динамики высот в темнохвойных древостоях ($r^2 = 0,921$), а наиболее – в коротко-производных березняках ($r^2 = 0,968$). Наибольший коэффициент детерминации уравнений динамики диаметров пихты оказался в темнохвойных древостоях – 0,958, а наименьший – 0,889 в длительно-производных осинниках.

Достоверно худшим ростом по высоте и диаметру характеризуется пихта II яруса в коротко-производных березняках, соответственно $F = 6,584 > F_{\text{табл}}$ и $F = 21,586 > F_{\text{табл}}$, $p = 0,99$, а также в длительно-производных осинниках $F = 9,737 > F_{\text{табл}}$ и $F = 9,888 > F_{\text{табл}}$, $p = 0,95$, по сравнению с темнохвойными древостоями. Различие непараллельности динамики высот и диаметров оказалось недостоверным ($F_{\text{набл}} < F_{\text{табл}}$, $p < 0,95$). Худший рост пихты в производных древостоях обусловлен большей густотой производных лиственных и, возможно, приуроченностью пихты к окнам основного полога в пихто-ельниках. В 80–100-летнем возрасте наблюдается конвергенция (схождение) роста пихты II яруса по высоте и диаметру в разных рядах восстановительно-возрастной динамики древостоев. Это обусловлено более интенсивным и ранним отпадом березы и осины, по сравнению с елью и пихтой в производных лиственных древостоях, и усилением конкуренции со стороны экземпляров ели и пихты основного яруса темнохвойных древостоев.

Динамика количества деревьев II яруса ели и пихты. Ввиду очень большой вариабельности количества деревьев ели и пихты подроста и II яруса сделано объединение по 20-летним классам возраста. По каждому 20-летию приведены средние показатели и ошибки средних.

Ель. Динамика количества ели подроста и II яруса приведена в табл. 3. Для ели характерна относительно небольшая густота II яруса всех рядов восстановительно-возрастных смен, не превышающая 1000 экз./га даже в возрасте 1–20 лет. Резко снижена численность ели, также наблюдается отсутствие её естественного возобновления в устойчиво-производных березняках и осинниках. По достижении елью II яруса 40 лет в пихто-ельниках и коротко-производных березняках, а в длительно-производных осинниках 20 лет, наблюдается резкое снижение её количества. Основываясь на аппроксимированных значениях хода роста ели II яруса по высоте, а также ранее опубликованных данных роста основных лесобразующих пород в III группе типов лесорастительных условий [Андреев, 2010], можно утверждать, что к возрасту массового отпада подроста и тонкомера ель (41–60 лет) в тёмнохвойных древостоях и коротко-производных березняках может конкурировать с берёзой последующей генерации. Ель в возрасте 21–40 лет в длительно-производных осинниках неконкурентоспособна в росте по высоте относительно послерубочной осины, она снова окажется во II ярусе осинников и в дальнейшем будет нуждаться в рубках ухода.

Таблица 3

Динамика количества подроста и II яруса ели нескольких рядов восстановительно-возрастных смен

Density dynamics of spruce seedlings and II storey at a few age regenerations series

Ряд восстановительно-возрастной динамики	Возраст (лет) подроста и II яруса ели по 20-летиям					
	1–20	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120
1	852±241	521±138	165±34	191	52±34	31
2	654±164	927±473	154±27	164±45	91±27	–
3	750±247	391±249	159±55	258±124	130	–
4	–	10	72±26	70±42	–	–
5	–	100	94±32	15	–	2

Пихта. Более высокая густота характерна для пихты, по сравнению с елью (табл. 4). Это обусловлено ее большей теневыносливостью, а также, вероятно, более благоприятными условиями для появления и роста под пологом древостоев. Ель поселяется преимущественно на валеже или пнях, а пихта – даже и на травянистых синузиях. Наименьшее количество пихты наблюдается под пологом устойчиво-производных березняков и осинников.

Таблица 4

**Динамика количества пихты II яруса нескольких рядов
восстановительно-возрастных смен**

Density dynamics of fir seedlings and II storey at a few age regenerations series

Ряд восстановительно-возрастной динамики	Возраст подроста и II яруса пихты по 20-летиям					
	1–20	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120
1	2100±207	2185±586	296±69	156	94	190
2	3633±1033	2000±467	700±167	100±67	308±267	–
3	1500	2450±240	1644±464	552±287	211±136	–
4	–	154	107±29	45±20	–	–
5	–	105±73	152±106	–	31	4

К наступлению возраста массовой элиминации пихта II яруса в тёмнохвойных древостоях и коротко-производных березняках (41–60 лет) тоже может конкурировать в росте по высоте с берёзой последующего происхождения. В момент массового отпада пихты II яруса в длительно-производных осинниках (61–80 лет) она может составить конкуренцию осине последующего происхождения. Но в этом возрасте пихта подчинённых поколений может и не адаптироваться к резкому изменению светового, теплового и водного режимов после сплошнолесосечных рубок.

В устойчиво-производных древостоях численность II яруса не превышает 250 экз./га, и характерно отсутствие естественного возобновления – нет экземпляров < 20 лет. Резкое уменьшение количества пихты II яруса наблюдается по достижении ею 40 лет в темнохвойных древостоях и коротко-производных березняках. В длительно-производных осинниках пихта II яруса наиболее интенсивно изреживается с 61 года.

Возможно, это обусловлено приуроченностью ели и пихты II яруса к окнам основного полога на каждом конкретном участке.

Выводы. В тёмнохвойных древостоях ель и пихта II яруса – последующего происхождения. В коротко-производных березняках II ярус формируется из ели одного возраста с берёзой, либо младше берёзы. В длительно-производных осинниках II ярус ели возник из мелкого подроста предварительного происхождения не старше 25 лет, а также одного возраста с осинкой или младше её. Пихта II яруса может быть старше осины не более чем на 27 лет, её возраст может быть равен возрасту осины или младше.

Ход роста по высоте и диаметру II яруса ели оказался близким и достоверно не различается в тёмнохвойных древостоях, а также в коротко-

производных березняках и длительно-производных осинниках. Достоверно худшим ростом характеризуется пихта II яруса в коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках. Это обусловлено меньшей густотой основного яруса тёмнохвойных древостоев, по сравнению с производными, и приуроченностью ели и пихты II яруса к окнам основного полога в пихто-ельниках в соответствии с мозаично-ярусной концепцией лесных экосистем [Remmert, 1991].

Во всех исследованных рядах восстановительно-возрастной динамики по численности преобладает пихта. По густоте подроста и II яруса видно, что тёмнохвойные древостои, коротко-производные березняки и длительно-производные осинники хорошо отличаются от устойчиво-производных березняков и осинников. В последних восстановление тёмнохвойных затруднено из-за сильного разрастания травяного покрова, соответствующего сильного задержания почвы и отсутствия достаточного количества плодоносящих деревьев ели и пихты основного яруса.

К возрасту массового отпада подроста и тонкомера ель в тёмнохвойных древостоях и коротко-производных березняках (41–60 лет) может конкурировать с берёзой последующей генерации. Ель к возрасту элиминации в длительно-производных осинниках неконкурентоспособна в росте по высоте с осинкой и снова окажется во II ярусе.

К наступлению возраста резкого снижения численности пихта II яруса в тёмнохвойных древостоях и коротко-производных березняках тоже может конкурировать в росте по высоте с берёзой последующего происхождения. В момент массового отпада пихта II яруса в длительно-производных осинниках может составить конкуренцию осине последующего происхождения. Но в этом возрасте пихта подчинённых поколений может не адаптироваться к резкому изменению светового, теплового и водного режимов на вырубках сплошнолесосечных рубок.

В пихто-ельниках и коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках средний возраст подроста и второго яруса ели и пихты, при котором возможно формирование древостоя из сохранившегося подроста при сплошнолесосечных рубках в количестве не менее 2–3 тыс. экз./га, не должен превышать 40 лет.

Предельный возраст ели и пихты II яруса, при котором еще возможны длительно-постепенные рубки с изреживанием основного яруса до 60% и формированием древостоя из II яруса в количестве не менее 500 экз./га, составляет 60 лет в коротко-производных березняках и пихто-ельниках, а в длительно-производных осинниках – 80 лет.

Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН (номер гос. регистрации АААА-А17-117072810009-8).

Библиографический список

Андреев Г.В. Восстановительно-возрастная динамика тёмнохвойных древостоев на западном макросклоне Южного Урала // Лесное хозяйство. 2007. № 3. С. 38–40.

Андреев Г.В. Ход роста по высоте основных лесообразующих пород на Южном Урале // Лесное хозяйство. 2010. №3. С. 36–37.

Андреев Г.В. Лесотипологическая структура южноуральской провинции южнотаёжных и тёмнохвойно-широколиственных лесов // Генетика, экология и география дендропопуляций и ценоэкосистем : сб. науч. тр. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. С. 109–116.

Горичев Ю.П., Давыдычев А.Н., Алибаев Ф.Х., Кулагин А.Ю. Широколиственно-тёмнохвойные леса Южного Урала (пространственная дифференциация, фитоценотические особенности, естественное возобновление). Уфа: Гилем, 2012. 176 с.

Дебков Н.В., Грязькин А.В., Ковалёв Н.В., Новикова Н.А. Особенности формирования древостоев из подроста предварительной генерации // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. Вып. 213. С. 6–17.

Загреев В.В., Баранов А.Ф., Гусев Н.Н., Мошкалев А.Г., Сухих В.И., Швиденко А.З. Общесоюзные нормативы для таксации лесов СССР. М.: Колос, 1992. 495 с.

Иванова Н.С. Особенности восстановления ценопопуляций ели и пихты в западных низкогорьях Южного Урала // Лесоведение 2001. № 1. С. 19–24.

Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Труды Дальневосточного филиала АН СССР. Сер. ботаники. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2 (4). 264 с.

Колесников Б.П. Леса Челябинской области // Леса СССР. М.: Наука, 1969. Т. 4. С. 125–156.

Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
ОСТ 56-69–83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 60 с.

Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во МГУ, 1980. 150 с.

Прокаев В.И. Физико-географическое районирование: [учеб. пособие]. М.: Просвещение, 1983. 176 с.

Прокопов В.Ф., Фильрозе Е.М. Типология в лесном хозяйстве Челябинской области // Лесное хозяйство. 1974. № 8. С. 46–49.

Свалов С.Н. Применение статистических методов в лесоводстве // Итоги науки и техники: Лесоведение и лесоводство. М.: ВИНТИ, 1985. Т. 4. С. 1–164.

Смолоногов Е.П., Алесенков Ю.М., Поздеев Е.Г. Географо-генетический подход к построению лесотипологических классификаций // Лесоведение. 2004. № 5. С. 76–80.

Фалалеев Э.Н. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 160 с.

Фильрозе Е.М. Схема генетической классификации типов леса Южного Урала // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С. 53–60.

Фильрозе Е.М. Типы леса Южного Урала // Проблемы использования типов леса в лесном хозяйстве и лесоустройстве. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1986. С. 35–42.

Lundqvist L., Nilson K. Regeneration dynamics in an uneven-aged virgin Norway spruce forest in northern Sweden // Scandinavian Journal of Forest Research. 2007. Vol. 22. P. 304–309.

Sørensen O.J., Bjelkåsen T., Ivantsov S.V. Examples of the internal stand structures (α -diversity) in old growth forest in the Yula river basin – Arkhangelsk region // Лесной журнал. 2013. № 2. С. 98–108.

The mosaic-cycle concept of ecosystems (ed. by Remmert H.) // Ecol. stud. Heidelberg: Springer. 1991. Vol. 85. 168 p.

References

Andreev G.V. Vosstanovitel'no-vozzrastnaya dinamika tyomnokhvoynykh drevostoyev na zapadnom makrosklone Yuzhnogo Urala [Age-regenerativ dynamics of dark-coniferous stands at western macroslope of Southern Ural]. *Lesnoye khozyaistvo*, 2007, no. 3, pp. 38–40. (In Russ.)

Andreev G.V. Hod rosta po vysote osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod na Yuzhnom Urale [Dynamics of height main forest forming species at Southern Ural]. *Lesnoye khozyaistvo*. 2010, no. 3, pp. 36–37. (In Russ.)

Andreev G.V. Lesotipologicheskaya struktura yuzhnoural'skoi provintsii yuzhnotayozhnykh i tyomnokhvoino-shirokolistvennykh lesov [Forest type structure of Southern Ural province of southern boreal and dark-coniferous and nemoral forests]. *Genetika, ekologiya i geografiya dendropopulyatsii i tsenoekosistem: sbornik nauchnykh trudov*. Ekaterinburg: UrO RAN, 2010, pp. 109–116. (In Russ.)

Debkov N.V., Griaz'kin A.V., Kovalev N.V., Novikova M.A. Osobennosti formirovaniya drevostoyev iz podrosta predvaritelnoi generatsii [Particular qualities of forming stands from regrowth prior generation]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2015, is. 213, pp. 6–17. (In Russ.)

Gorichev Yu.P., Davydychev A.N., Alibaev F.H., Kulagin A.Yu. Shirokolistvenno-tyomnokhvoinye lesa Yuzhnogo Urala (prostranstvennaya differentsiatsiya, fitotsenoticheskie osobennosti, estestvennoe vozobnovlenie). [Nemoral and dark coniferous forests of Southern Ural (spatial differentiation, phytocenotic peculiarities, nature regeneration)]. Ufa: Gilem, 2012. 176 p. (In Russ.)

Zagreev V.V., Baranov A.F., Gusev N.N., Moshkalev A.G., Sukhikh V.I., Shvidenko A.Z. Obscheshoyuznyie normativy dlya taksatsii lesov SSSR [Common Soviet Union for forest inventory of USSR forests]. M.: Kolos, 1992. 495 pp. (In Russ.)

Ivanova N.S. Osobennosti vosstanovleniya tsenopopulyatsii eli i pikhty v zapadnykh nizkogor'yakh Yuzhnogo Urala [Peculiarities of spruce and fir regenerations at western low mountains of Southern Ural]. *Lesovedenie*, 2001, no. 1, pp. 19–24.

Kolesnikov B.P. Lesa Chelyabinskoi oblasti [Forests of Chelyabinsk region]. *Lesy SSSR*. M.: Nauka, 1969. T. 4, pp. 125–156. (In Russ.)

Metody izucheniya lesnykh soobshchestv [Methods of investigation of forests plants communities] SPb.: NIIKhimii SPbGU. 2002. 240 p. (In Russ.)

OST 56-69–83. Probnyie ploshchadi lesoustroitelnyie. Metod zakladki [Forest inventory simples plots. Method of foundation]. M.: TsBNTIGosleskhoza SSSR, 1983. 60 p. (In Russ.)

Plokhinskii N.A. Algoritmy biometrii [Biometric algorithms]. M.: Izd-vo MGU, 1980. 150 p. (In Russ.)

Prokaev V.I. Fiziko-geographicheskoye roionirovanie: Ucheb. Posobie dlia studentov ped. In-tov po geogr. Spets. [Phiziko-geographical districting. Teaching bags for students of pedagogical Universty]. M.: Prosveshchenie. 1983. 176 p. (In Russ.).

Prokopov V.F., Fil'roze E.M. Tipologiya v lesnom khozyaistve Chelyabinskoi oblasti [Forest types in forestry of Chelyabinsk region]. *Lesnoye khoz-vo*, 1974, no. 8, pp. 46–49. (In Russ.)

Svalov S.N. Primenenie statisticheskikh metodov v lesovodstve. [Using of statistical methods in forestry]. Itogi nauki i tekhniki: *Lesovedenie i lesovodstvo*, 1985, is. 4, pp. 1–164. (In Russ.)

Smolonogov E.P., Alesenkov Yu. M., Pozdeev E.G. Geografo-geneticheskii podkhod k postroeniyu lesotipologicheskikh klassifikatsii. [Geographical-genetic method of construction forest type classifications]. *Lesovedenie*, 2004, no. 5, pp. 76–80. (In Russ.)

Falaleyev E.N. Pikhtovyye lesa Sibiri I ikh kompleksnoye ispolzovanie. [Fir forests of Siberia and their complex using]. M.: Lesn. prom-st', 1964. 160 p (In Russ.)

Fil'roze E.M. Skhema geneticheskoi klassifikatsii tipov lesa Yuzhnogo Urala [Schema of genetic classifications forest types in Southern Ural]. *Ekologo-geograficheskie i geneticheskie printsipy izucheniya lesov*. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1983, pp. 53–60. (In Russ.)

Fil'roze E.M. Tipy lesa Yuzhnogo Urala. [Forest types in Southern Ural]. Problemy ispol'zovaniya tipov lesa v lesnom khozyaistve i lesoustroistve. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1986, pp. 35–42. (In Russ.)

Lundqvist L., Nilson K. Regeneration dynamics in an uneven-aged virgin Norway spruce forest in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2007, vol. 22, pp. 304–309.

Sørensen O.J., Bjelkåsen T., Ivantsov S.V. Examples of the internal stand structures (α -diversity) in old growth forest in the Yula river basin – Arkhangelsk region. *Lesnoi zhurnal*, 2013, no. 2, pp. 98–108.

The mosaic-cycle concept of ecosystems (ed. by Remmert H.). *Ecol stud.* Heidelberg: Springer, 1991, vol. 85. 168 p.

Материал поступил в редакцию 30.05.2018 г.

Андреев Г.В. Формирование, рост и развитие поколений ели и пихты II яруса нескольких рядов восстановительно-возрастной динамики на Южном Урале // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. Вып. 226. С. 6–19. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.226.6-19*

Цель исследования – изучение формирования, роста и развития II яруса ели и пихты разных рядов восстановительно-возрастной динамики на Южном Урале. Исследование выполнено в Юрюзанско-Верхнейском округе южноуральской провинции подзоны южнотаежных и смешанных лесов Челябинской области, проведено в нижнем таёжном высотном поясе, на высоте 450–550 м н. у. м. в преобладающем типе лесорастительных условий на пологих склонах с мощными дренированными почвами. Это соответствует коренному типу леса – ельник мелкотравно-зеленомошный. Приведены количественные показатели формирования, роста и развития ели и пихты II яруса разных рядов восстановительно-возрастной динамики. В тёмнохвойных древостоях возраст ели и пихты II яруса младше основного поколения этих видов на 0–145 лет. В коротко-производных березняках II ярус формируется из ели и пихты одного возраста с берёзой, либо младше берёзы на 0–115 лет. В длительно-производных осинниках ель II яруса может быть не старше осины 25 лет, равна её возрасту или младше её на 50 лет. В таких же древостоях пихта II яруса может быть старше осины не более чем на 27 лет, её возраст может быть равен возрасту осины или младше на 45 лет. Ход роста по высоте и диаметру II яруса ели оказался близким и достоверно не различался в тёмнохвойных древостоях, а также в коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках. Достоверно худшим ростом по высоте и диаметру характеризуется пихта II яруса в коротко-производных березняках и длительно-производных осинниках. Это обусловлено меньшей густотой основного яруса тёмнохвойных древостоев, по сравнению с производными, и приуроченностью ели и пихты II яруса к окнам основного полога в пихто-ельниках. Во всех исследованных рядах восстановительно-возрастной динамики во втором ярусе преобладает пихта. Тёмнохвойные древостои, коротко-производные березняки и длительно-производные осинники хорошо отличаются от устойчиво-производных березняков и осинников на основе соотношения количества подроста и II яруса. В устойчиво-производных лиственных древостоях восстановление ели и пихты затруднено из-за сильного задернения почвы, а также отсутствия источников обсеменения.

Ключевые слова: Южный Урал, ель и пихта II яруса, их происхождение, рост и развитие.

Andreyev G.V. Forming, growth and development of spruce and fir generations of second storey of a few series of age-regenerative Dynamics at Southern Ural. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicoskoj Akademii*, 2019, is. 226, pp. 6–19 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2019.226.6-19

The examination of forming, growth and development of second storey spruce and fir of few series of age-regenerative dynamics by geographical-genetic classification of forest type at Southern Ural had been the goal of these investigations. The work had been made in predominant forest site type of Yuruzan'-Upper-Ai district of Southern-boreal and mixed forests subzone in Chelyabinsk region. These investigations had been carried out at altitude 450–550 m above seal level in predominant forest type on gentle slopes with thick drained soils. This corresponds original small grass and green moss forest type. The quantitative indices of forming, growth and development of spruce and fir of second (II) storey in a different series of age-regeneration dynamics are given on this article. The spruce and fir of second storey are younger of main generation of these species from 0 to 145 years. II (second) storey of short-secondary birch stands is formed with spruce and fir which are the same age or older than birch age to 15 years, equal age it, or younger from 0 to 115 years. The spruce age of II storey of long term-secondary aspen stands may be not older age of aspen than 25 years, or equal it, or younger it to 50 years. The fir age of II storey of such stands may be older the aspen to 27 years, or equal it, or younger to 45 years. The growth of height and diameter of spruce is near and reliable didn't differ in dark coniferous stands, also in short-secondary birch stands and long term-secondary aspen stands. The fir growth of height and diameter characterizes reliable worse in short-secondary birch stands and long term-secondary aspen stands. This caused smaller density of main storey of dark coniferous stands comparatively with secondary stands and location of spruce and fir II storey in gaps of main canopy in spruce-fir stands. The fir is predominant in all investigated age-regeneration series in second storey. The dark coniferous stands short-secondary birch stands and long term-secondary aspen stands well are differed from stable secondary birch and aspen stands with basis quantitative correlation seedlings and second storey. The spruce and fir regeneration in stable secondary leaf stands is difficult because of strong soil development of grass cover and also absent of seed origin.

Keywords: Southern Ural, spruce and fir of second storey, their genesis, growth and development.

АНДРЕЕВ Георгий Васильевич – старший научный сотрудник Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN код: 5336-4112.

620144, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: 8061965@mail.ru

ANDREYEV George V. – PhD (Agriculture), Senior Research Scientist. SPIN-code: 5336-4112.

620144. 8 Marta str. 202a. Ekaterinburg. Russia. E-mail: 8061965@mail.ru