

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО FORESTRY

Научная статья

УДК 630*176.312.3 (470.55/.58)

doi: 10.34655/bgsha.2022.66.1.008

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ДЛИТЕЛЬНО-ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Георгий Васильевич Андреев

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

8061965@mail.ru

Аннотация. Целью данной работы было исследование восстановительно-возрастной динамики преобладающего типа восстановления древостоев – длительно-производных березняков по данным массовой таксации лесоустройства преобладающего типа лесорастительных условий. Объектом исследований была территория бывшего Катав-Ивановского лесхоза Челябинской области. Это Уральская лесная область Юрюзанско-Верхнеайский (Катав-Златоустовский) округ подзоны южно-таёжных и смешанных лесов. Всего были обработаны таксационные показатели древостоев 277 выделов общей площадью 2381,7 га преобладающего типа лесорастительных условий на пологих склонах с мощными дренированными почвами на высоте до 550 м н. у. м. Детальная характеристика лесорастительных условий объекта исследования приведена в более ранних публикациях автора. Длительно- и устойчиво производные древостои являются преобладающим типом формирования насаждений (87%), в том числе березняки 62 %, а осинники – 25 %. Из длительно- и устойчиво производных березняков по площади длительно-производные занимают 59%, а устойчиво производные – 41%. Приведена динамика количественных показателей древостоя по породам – состава, высоты, диаметра, количества деревьев, сумм площадей сечений, относительной полноты, запаса, а также среднего и текущего изменения запаса древостоя. Максимальная доля берёзы в составе древостоя (8 единиц) достигает в возрасте 41-60 лет. В этом же возрасте наблюдаются максимальные запасы берёзы (155 м³/га). Общий запас древостоя достигает максимальных значений в возрасте 81-100 лет (220 м³/га). Максимальное среднее изменение запаса основного лесообразователя берёзы и всего древостоя наблюдается в возрасте 41-60 лет – 3,1 и 3,9 м³/га/год соответственно. Текущее изменение запаса берёзы и всего древостоя достигает максимума в возрасте 21-40 лет – 3,7 и 4,5 м³/га/год соответственно. Наблюдаются затруднённые процессы естественного возобновления под пологом древостоя. Максимальная средняя численность подроста ели и пихты под пологом длительно-производных березняков не превышает 2 тыс./га в возрасте 81-100 лет. Естественное восстановление ели и пихты может произойти за период, превышающий не только возраст рубки берёзы (61-70 лет), но и тёмнохвойных в эксплуатационных лесах (81-100 лет). Несмотря на это наблюдается увеличение ели и пихты в составе древостоев до трёх единиц по запасу в возрасте 101-120 лет.

Ключевые слова: Южный Урал, ряды восстановительно-возрастной динамики, дли-

тельно-производные березняки, их рост и развитие.

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

Original article

STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE LONG-SECONDARY BIRCH FOREST IN THE SOUTHERN URALS

George V. Andreev

Botanical Garden, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia
8061965@mail.ru

Abstract. *The aim of the work was to study the age and regeneration dynamics of the prevailing type of forest stands recovering - long-term birch forests according to mass forest husbandry taxation. The area under the research is the territory of the former Katav-Ivanovsky forestry of the Chelyabinsk region; it is the Ural forest region of Uryuzansko-Verkhneaiskiy (Katav-Zlatoustovskiy) district of the south taiga and mixed forest subzone. In general, taxation indices of forest stands of 277 strata were processed. The general area of forest stands under the study equals to 2381,7 ha with the prevailing forest site type at gentle slopes with power drain soils at altitude below 550 m before sea level. The more detailed characteristics of forest growth conditions of the object of study are given in the previous works of the author. The long term and stable secondary stands are a predominant type of forming stands (87%), including birch forests 62%, and aspen forests – 25%. The long term secondary birch stands occupy 59% and stable secondary birch stands occupy 41%. The article provides the dynamics of quantity indices of stand characteristics by species: composition, height, diameter, number of trees, total basal area, relative density and yield, as well as average and current changes of yield stands. The maximum share of birch stands (8 units or 80%) achieves in age of 41-60 years. In the same age the maximum birch yield is observed (155 m³ per ha). The common yield of the stand achieves maximum in age 81-100 years (220 m³ per ea). The maximum average yield change of the main forest forming species - the birch and all stand - is observed in the age of 41-60 years old 3,1 and 3,9 m³ per ha year respectively. The current changes in birch yield achieve maximum in the age of 21-40 years old – 3,7 and 4,5 m³ per ha year, respectively. The difficult processes of natural regeneration under the stand canopy are observed. The maximum average density of spruce and fir seedlings under long-term secondary birch stands doesn't exceed 2 thousand per ha. The natural regeneration of spruce and fir may be execute for period exceeding non only age of birch cutting (61-70 years), but dark coniferous in exploitation or commercial forests (81-100 years). Despite this, the increase of spruce and fir in stand composition to 3 yield units at 101-120 years is observed.*

Keywords: Southern Urals, series of the age and regeneration dynamics, long-term secondary birch forests and their growth and development

Funding: the work was carried out within the framework of the State assignment of the Botanical Garden of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (state registration number АААА-А17-117072810009-8).

Введение. Анализ материалов лесоустройства показал, что наблюдается послерубочная дивергенция лесных биогеоценозов в пределах одного типа леса [1]. Она обусловлена особенностями древостоя и подроста до рубки, степенью сохранности подроста после рубки и его способностью к адаптации на вырубках, а также его конкурентоспособностью с появившимися на вырубках берёзой и оси-

ной. Эти тенденции восстановительно-возрастной динамики древостоев хорошо описаны в зарубежной литературе [2, 3, 4, 5] для Европы и Северной Америки. Для Южного Урала изменение продуктивности лесов в результате смены пород описано фрагментарно [6].

Восстановление темнохвойных древостоев без смены пород (из сохранившегося подроста) наблюдается на 8% пло-

щадей в возрасте 21-40 лет. Коротко-производные березняки занимают 4%, доля коротко-производных осинников незначительна – 1%. Тем не менее на Южном Урале наибольшие доли площадей (87%) занимают длительно- и устойчиво производные древостои [7], в том числе березняки 62%, а осинники – 25%. Из длительно- и устойчиво производных березняков по площади длительно-производные занимают 59%, а устойчиво производные – 41%.

Время восстановления тёмнохвойных древостоев после рубок и пожаров может варьировать от 130 [8] до 150 [9] и даже до 200 лет в условиях Висимского заповедника [10], который является неприемлемым для интенсивного ведения лесного хозяйства.

Ранее опубликованные результаты детальных полевых исследований автора [11] динамики и структуры длительно-производных березняков основаны на крайне ограниченном количестве наблюдений (всего 4 описания).

Цель работы – показать структуру и динамику наиболее распространённого ряда восстановительно-возрастной динамики, представленного длительно-производными березняками северной части западного макросклона Южного Урала [12, 13] преобладающего экотопа на принципах генетической классификации типов леса Южного Урала, по данным массовой таксации лесоустройства.

Объекты и методика исследований. Использовались материалы лесоустройства Катав-Ивановского лесхоза Челябинской области. Были обработаны таксационные показатели древостоев 277 выделов общей площадью 2381,7 га преобладающего типа лесорастительных условий на основе южно-уральского варианта [14] генетической классификации типов леса. Детальная характеристика лесорастительных условий объекта исследования автором приведена в более ранних публикациях [15, 16, 17].

Ряды восстановительно-возрастной динамики древостоев с дополнением и уточнением автора [7] выделялись по

методике Р.Г. и З.И. Синельщиковых [18, 19], а также Е.П. Смолоногова и А.М. Шихова [20, 21]. В основу были положены теоретические положения [2, 3, 4, 5] о том, что развитие сукцессионного ряда в пространстве повторяет последовательность во времени. Насаждения разных возрастов, имеющие сходную историю возникновения и формирования и произрастающие в одинаковых лесорастительных условиях, можно объединить в один естественный (генетический) ряд развития.

Количество деревьев и сумма площадей сечений, которые при лесоустройстве не фиксируются, были рассчитаны ранее по способу С.К. Бараева [16] по каждой составляющей породе через запас, а также их средние высоту и диаметр.

Кроме того, была выполнена аппроксимация общих запасов древостоев с использованием уравнения в лесной таксации Ф. Корсуня-Бакмана [22, 23]:

$$y = e^{-7,636+6,039 \ln x - 0,704 \ln^2 x},$$

где x – возраст, y – запас древостоя с коэффициентом детерминации $r^2=0,923$ по двадцатилетиям.

Обработка материалов проводилась с использованием электронных таблиц MS Excel, а также программы Statistica v.6.0.

Результаты и обсуждение. Динамика количественных показателей древостоя. Количественные показатели структуры и динамики длительно-производных березняков приведены в таблице. Из-за ограниченности объёма статьи в таблицах не удалось привести статистические показатели древостоя по 20-летиям. В тексте для основного лесообразователя берёзы, а также общих показателей древостоя приведено значение состава, количества деревьев, относительной полноты и запасов, приведены значения средних и их ошибки (\pm), а также максимальное и минимальное значение в скобках. Используются стандартные индексы основных лесообразующих пород, принятые в лесном хозяйстве.

Максимальное участие берёзы достигает почти $7,9 \pm 0,3(3-10)$ единиц в 41-60

лет во второй фазе первого периода [20]. На начальных этапах восстановления характерно значительное участие Ос, Олс, Лп в составе древостоев. Участие ели увеличивается с 2% до 3 единиц к 101-120 годам. Пихта составляет не более 10 % по запасу, в целом ее участие в составе древостоев довольно стабильно. Таким образом, увеличение участия темнохвойных в составе длительно-производных березняков до естественного массового распада березы происходит очень медленно.

Количество деревьев берёзы в результате естественного изреживания уменьшается с 6084 ± 867 (1130-15915) в возрасте 1-20 лет до 105 ± 12 ... (77-135) экз./га в 101-120 лет. Общее количество деревьев в длительно-производных березняках изменяется с 8820 ± 852 (2349-15915) до 181 ± 17 (147-212) экз./га в 101-120 лет.

В длительно-производных березняках наибольшая относительная полнота оказалась в возрасте от 21 до 60 лет и составила $0,8 \pm 0,03$ (0,6-1,0). Затем наблюдается её уменьшение к 101-120 годам до 0,4, обусловленное переходом к третьей и четвертой фазе онтоценогенеза [20, 21].

Запасы березы увеличиваются с $15 \pm 2,2$ (3-49) до $155 \pm 5,8$ (33-270) м³/га к возрасту 41-60 лет, после чего наблюдается их уменьшение до 80 м³/га к 120 годам. Запасы ели увеличиваются с 0,32 в молодняках до 40 м³/га в насаждениях 101-120-летнего возраста.

Общий запас стволовой древесины длительно-производных березняков возрастает с $28 \pm 4,0$ (4-80) в молодняках, достигая максимума $221 \pm 7,6$ (100-280) в 61-80 лет, после чего наблюдается уменьшение до $145 \pm 15,0$ (100-160) м³/га. То есть, мы видим, что усиление отпада березы не компенсируется увеличением прироста темнохвойных. Это меньше, чем в длительно-производных осинниках [17], но больше, чем в устойчиво производных березняках [16] в данных лесорастительных условиях. Возможно, что малые значения относительной полноты и, соответ-

ственно, запаса в возрасте 101-120 лет обусловлены не только естественным отпадом берёзы, но и вырубкой самых производительных древостоев, особенно со значительным участием ели и пихты. Выборка из таксационных описаний показала, что оказалось всего 4 выдела низкополнотных (0,3-0,5) длительно-производных березняков этого возраста.

Максимальное значение текущего изменения запаса у главного лесообразователя берёзы и всего древостоя наблюдается в 21-40 лет – 3,7 и 4,5 м³/га/год соответственно, а среднее изменение запаса в возрасте 41-60 лет – 3,1 и 3,9 м³/га/год соответственно. По сравнению с устойчиво производными березняками и темнохвойными древостоями наблюдается увеличение продуктивности в возрасте до 100 лет за счёт наличия в основном ярусе ели, пихты и сосны.

Естественное возобновление под пологом древостоя. Наблюдается положительная тенденция естественного возобновления ели и пихты под пологом длительно-производного древостоя. Подрост темнохвойных отмечается начиная с 21-40 лет, в среднем, 666 экз./га, достигая максимума в возрасте 81-100 лет в количестве, не превышающем 2 тыс. экз./га. В подросте по количеству деревьев наблюдается незначительное преобладание пихты над елью (не более 6 единиц в возрасте берёзы 81-100 лет). Тем не менее, участие ели больше, чем под пологом длительно-производных осинников и темнохвойных древостоев из сохранившегося подраста, где оно не превышает 20-30%. Это обусловлено меньшей теневыносливостью ели по сравнению с пихтой.

Заключение. Длительно-производные березняки в преобладающем типе лесорастительных условий являются доминирующим типом формирования насаждений восстановительно-возрастной динамики древостоев.

Показано, что наблюдаются затруднённые процессы естественного восстановления древостоев в длительно-производных березняках. К возрасту 101-120 лет участие ели и пихты не превышает

3,1 единиц состава древостоя по запасу. То есть, до массового естественного распада берёзы преобладание тёмнохвойных в составе древостоя невозможно. Это превышает возраст главной рубки не только берёзы (61-70 лет), но и ели, и пихты (81-100 лет) в эксплуатационных лесах.

Тем не менее, под пологом древостоя начиная с 21-40 лет наблюдается нарастание численности подроста тёмнохвойных, из которого при его сохранении возможно формирование смешанных древостоев короткопроизводных или даже елово-пихтовых.

Таблица – Эскизы таблиц хода роста длительно-производных березняков

Состав древостоя	Порода	А, лет	Н, м	Д, см	N, экз./га	ΣG , м ² /га	ρ	M, м ³ /га	ΔM , м ³ /га/	Z _M , м ³
1-20 лет										
5,5	Б	11	4,7	3,9	6084	4,39	0,71	15,0	1,5	1,5
0,7	Ос	11	4,8	4,2	643	0,59		2,0	0,2	0,2
0,6	П	26	3,1	4,6	672	0,57		1,7	0,2	0,2
0,8	Лп	10	2,8	3,8	959	0,80		2,3	0,2	0,2
0,3	Олс	11	4,8	4,7	202	0,19		0,7	0,1	0,1
0,3	С	18	5,6	6,4	199	0,61		2,2	0,2	0,2
0,0	Е	25	8,0	8,0	11	0,05		0,3	0,0	0,0
0,0	Л	20	4,0	4,0	27	0,03		0,1	0,0	0,0
0,0	Осст	60						0,1	0,0	0,0
0,9	Пст	99						2,5	0,3	0,3
0,2	Ест	105						0,6	0,1	0,1
Всего					8796	7,24	0,71	27,8	2,8	2,8
Выровненный общий запас и его изменение								12,6	1,3	1,3
21-40										
7,5	Б	33	13,1	11,9	1384	13,36	0,83	89,7	3,0	3,7
0,5	Е	60	14,3	15,7	138	0,92		6,5	0,2	0,3
0,8	Ос	28	11,9	10,9	156	1,32		8,1	0,3	0,3
0,5	П	40	9,6	10,1	144	1,1		5,8	0,2	0,1
0,3	С	35	12	14	64	0,76		4,33	0,1	0,1
0,3	Лп	28	8	8	112	0,56		2,9	0,1	0,0
0,1	Олс	25	11	10	15	0,12		0,7	0,0	0,0
Всего					2015	18,28	0,83	119,7	3,9	4,5
Выровненный общий запас и его изменение								116,9	3,9	5,4
9,3	Е _{пдр}	18	3,0		613					
0,7	П _{пдр}	25	4,0		53					
Всего					666					
41-60										
7,9	Б	55	19,4	18,3	687	17,27	0,83	155,3	3,1	3,3
0,5	Ос	52	18,7	19,2	43	1,07		9,3	0,2	0,1
0,6	Лп	53	13,5	13,5	141	1,65		10,8	0,2	0,4
0,3	Е	101	21,8	26,0	13	0,62		6,8	0,1	0,0
0,4	П	74	18,6	20,0	31	0,9		8,5	0,2	0,1
0,1	С	61	20,0	23,0	6	0,21		1,9	0,0	-0,1
Всего					920	21,75	0,83	192,6	3,9	3,8
Выровненный общий запас и его изменение								184,3	3,7	2,6
5,6	П _{пдр}	23	2,4		755					
4,4	Е _{пдр}	22	2,5		689					
Всего					1444					

Продолжение таблицы

61-80										
7,2	Б	74	21,4	23,2	387	15,04	0,74	146,9	2,1	-0,4
1,0	Е	108	22,8	27,3	37	1,90		20,2	0,3	0,7
0,6	П	93	20,1	21,6	37	1,25		12,1	0,2	0,2
0,8	Ос	73	21,5	25,2	36	1,63		16,0	0,2	0,3
0,2	Лп	76	16,9	18,0	17	0,38		3,1	0,0	-0,4
0,2	С	102	23,5	33,7	4	0,30		3,2	0,0	0,1
0,0	Олс	65	13	13	5	0,06		0,4	0,0	
0,0	Л	100	23	32	1	0,05		0,51	0,0	
Всего					418	22,97	0,74	221,8	2,9	0,4
Выровненный общий запас и его изменение								203,5	2,9	0,5
5,6	П _{пдр}	27	2,9		934					
4,4	Е _{пдр}	27	2,8		748					
Всего					1682					
81-100										
6,5	Б	91	22,7	27,4	233	12,5	0,61	129,3	1,4	-0,9
1,1	Е	119	23,9	29,9	28	1,63		18,3	0,2	-0,1
1,0	П	96	20,4	23,3	50	1,95		20,0	0,2	0,4
0,7	С	113	24,3	34,1	67	5,16		37,6	0,4	1,7
0,6	Ос	81	22,72	27,8	17	1,1		11,0	0,1	-0,3
0,1	Лп	85	14,5	17,0	8	0,20		1,6	0,0	-0,1
0,1	Бмл	55	16	18	4	0,10		0,8	0,0	
0,1	Бмл	70	22	18	7	0,18		1,8	0,0	
Всего					418	22,97	0,61	220,4	2,5	0,8
Выровненный общий запас и его изменение								197,5	2,2	-0,5
6,0	П _{пдр}	31	3,1		1201					
4,0	Е _{пдр}	31	3,0		726					
Всего					1927					
101-120										
5,8	Б	118	23,8	30,5	105	7,76	0,40	83,0	0,9	-2,3
2,8	Е	128	25,3	32,0	42	3,26		38,0	0,4	1,0
1,0	С	150	25,0	36,0	14	1,43		16	0,2	-1,1
0,3	П	120	20,0	26,0	8	0,41		4,0	0,0	-0,4
0,3	Ос	65	20,0	22,0	11	0,43		4,0	0,0	-0,4
Всего					181	13,30	0,40	145,0	1,6	-3,2
Выровненный общий запас и его изменение								180,9	1,6	-0,9
6,0	Е _{пдр}	35	4,0		275					
4,0	П _{пдр}	30	2,0		100					
Всего					375					

Примечание: А – средний возраст элемента леса, Н – средняя высота, Д – средний диаметр, N – количество деревьев, ΣG – сумма площадей сечений или абсолютная полнота, р – относительная полнота, М – запас стволовой древесины, ΔM и Z_M – среднее и текущее изменение запаса;

Б – берёзы повислая и пушистая (*Betula pendula* и *Betula pubescens* sp), Е – ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), Ос – осина (*Populus tremula* L.), П – пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), С – сосна (*Pinus sylvestris* L.), Лп – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), Олс – ольха серая (*Alnus incana* L.), Л – лиственница (*Larix* sp).

Список источников

1. Дивергенция биогеоценозов в пределах типов сосновых лесов / С.Н. Санников, И.В. Петрова, Н.С. Санникова, А.А. Кочубей, Д.С. Санников // Экология. 2017. № 4. С. 282-291.

2. Clements F.E. Plant succession and indicators. N. Y. 1928. 452 p.

3. Kuuluvainen T., Aacala T., Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification // Silva Fennica. 2011. V. 45.

№ 5. Pp. 823-841.

4. Pretzsch H. Forest dynamics, growth and yield. Springer-Verlag. – Berlin; Heidelberg. 2009. 664 p.

5. Shugart H.H. A theory of forest dynamics. The ecological implications of forest succession models. N.Y. Springer Verlag. 1984. 278 p.

6. Колесников Б.П., Фильрозе Е.М. Применение таксационно-статистического метода и генетической классификации типов леса для изучения продуктивности лесов // Лесоведение. 1967. № 7. С.16-25.

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

8. Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения / Н.Н. Терин, Е.М. Андреева, С.В. Залесов, Н.А. Луганский, А.Г. Магасумова // Известия вузов: Лесной журнал. 2020. № 3. С. 9-23.

9. История пожаров в тёмнохвойных лесах Печоро-Илычского заповедника со второй половины XIX века по настоящее время / А.А. Алейников, А.В. Тюрин, Л.В. Симакин, А.В. Ефименко, А.А. Лазников // Сибирский лесной журнал. 2015. № 6. С. 31-42.

10. Алесенков Ю.М., Андреев Г.В., Иванчиков С.В. Динамика и структура запаса послеветровального длительно-производного березняка хвощово-вейникового // Лесное хозяйство. 2015. № 2. С. 32-35.

11. Иванова Н.С., Андреев Г.В. Естественное восстановление структуры ценопопуляций ели сибирской и пихты сибирской под пологом длительно-производных березняков в горах Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2008. № 8. С. 74-76.

12. Колесников Б.П. Очерк растительности Челябинской области в связи с её геоботаническим районированием // Флора и растительность Ильменского заповедника имени В.И. Ленина: Труды Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина. Свердловск: УФАН СССР, 1961. Вып. VIII. С. 105-129.

13. Колесников Б.П. Леса Челябинской области // Леса СССР. Москва : Наука, 1969. Т. 4. С. 125-156.

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

15. Андреев Г.В. Лесотипологическая структура южноуральской провинции южно-таёжных и тёмнохвойно-широколиственных лесов // Генетика, экология и география дендропопуляций и ценоэкосистем : сборник научных трудов. Екатеринбург: УрО РАН,

2010. С. 109-116.

16. Андреев Г.В. Структура и динамика устойчиво производных березняков на Южном Урале // Вестник Алтайского ГАУ. 2011. №11(85). С. 39-43.

17. Андреев Г.В. Динамика длительно-производных осинников на Южном Урале // Вестник Алтайского ГАУ. 2012. №10. С. 55-58.

18. Синельщиков Р.Г. Развитие лесов, формирующихся на еловых вырубках Среднего Урала // Лесное хозяйство. 1966. № 4. С. 24-27.

19. Синельщикова З.И. Динамика ельника кисличного и липнякового в южнотаежных лесах Зауралья // Экология. 1973. № 5. С. 39-45.

20. Смолоногов Е.П., Шихов А.М. Восстановительно-возрастная динамика лесов Билимбаевского опытно-показательного лесхоза // Восстановительная и возрастная динамика таежных лесов Среднего Урала: Сб. науч. трудов ИЭРиЖ. Свердловск : УрО АН СССР, 1987. С. 4-46.

21. Шихов А.М., Смолоногов Е.П. Восстановительно-возрастная динамика лесов Бисертского опытного леспромхоза // Научные основы ведения лесного хозяйства на примере Бисертского опытного леспромхоза: сб. науч. трудов ИЭРиЖ. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1984. С. 67-112.

22. Кузьмичев В.В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели. Новосибирск : Наука, 2013. 208 с.

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

References

1. Sannikov S.N., Petrova I.V., Sannikova N.S., Kochubei A.A., Sannikov D.S. Divergence of biogeocenoses within the types of pine forests. *Ecologiya [Russian Journal of Ecology]*. 2017;4:282-291 [In Russ.]

2. Clements F.E. Plant succession and indicators. N. Y. 1928. 452 p.

3. Kuuluvainen T., Aacala T. Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification. *Silva Fennica*. 2011;45(5):823-841.

4. Pretzsch H. Forest dynamics, growth and yield. Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg, 2009. 664 p.

5. Shugart H.H. A theory of forest dynamics. The ecological implications of forest succession models. N. Y.: Springer Verlag. 1984. 278 p.

6. Kolesnikov B.P., Fil'roze E.M. Application of the taxation-statistical method and genetic classification of forest types for the study of

- forest productivity. *Lesovedenie*. 1967;7:16-25 [In Russ.]
7. Andreev G.V. Age-regenerative dynamics of dark coniferous stands on the western macroslope of the Southern Urals. *Lesnoye khozyaistvo*. 2007;3:38-40 [In Russ.]
8. Terinov N.N., Andreeva E.M., Zalesov S.V., Lugansky N.A., Magasumova A.G. Restoration of spruce forests: theory, national practice and problem solving *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal [Russian Forestry Journal]*. 2020;3:9-23 [In Russ.]
9. Aleinikov A.A., Tyurin A.V., Simakin L.V., Efimenko A.V., Laznikov A.A. Fire history of dark needle coniferous forests of the Pechora-Ilychskynature reserve from the second half of the XIX century to present time. *Sibirskiy Lesnoy zhurnal [Siberian Journal of Forest Science]*. 2015;6:31-42 [In Russ.]
10. Alesenkov Yu.M., Andreev G.V., Ivanchikov S.V. Dynamics and structure of the yield of the long-term secondary of the horsetail-reed birch forest. *Lesnoye khozyaistvo*. 2015;2:32-35 [In Russ.]
11. Ivanova N.S., Andreev G.V. Natural restoration of the structure of cenopopulations of Siberian spruce and Siberian fir under the canopy of long-term-derived birch forests in the mountains of the Southern Urals. *Agrarniy vestnik Urala*. 2008;8:74-76 [In Russ.]
12. Kolesnikov B.P. An outline of the vegetation of the Chelyabinsk region in connection with its geobotanical zoning. *Flora and rastitel'nost' Il'menskogo zapovednika imeni V.I. Lenina: Trudy Il'menskogo zapovednika imeni V.I. Lenina*. Sverdlovsk: UFAN. 1961. Issue VIII. Pp. 105-129 [In Russ.]
13. Kolesnikov B.P. Forests of the Chelyabinsk region. *Les SSSR*. Moscow : Nauka. 1969. V.4. Pp. 125-156 [In Russ.]
14. Prokopov V.F., Fil'roze E.M. Forest types in forestry of Chelyabinsk region. *Lesnoye khozyaistvo*. 1974;8:46-49 [In Russ.]
15. Andreev G.V. Forest typological structure of the South Ural province of southern taiga and dark coniferous-broad-leaved forests. *Genetika, ekologiya i geografiya tsenoekosistem: Sbornik nauchnykh trudov*. Yekaterinburg : Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2010. Pp. 109-116 [In Russ.]
16. Andreev G.V. The structure and dynamics of stable secondary birch forests in the Southern Urals. *Vestnik Altayskogo GAU [Buletin of Altai state Agricultural University]*. 2011;11(85):39-43 [In Russ.]
17. Andreev G.V. Dynamics of long-term secondary aspen forests in the Southern Urals. *Vestnik Altayskogo GAU [Buletin of Altai state Agricultural University]*. 2012;10(96):55-58 [In Russ.]
18. Sinelshchikov R.G. Development of forest forming after spruce clear cutting area of Middle Ural. *Lesnoye khozyaistvo*. 1966;4:24-27 [In Russ.]
19. Sinelshchikova Z.I. Dynamics of oxalis and linden spruce stands in southern boreal forests of Trans Ural. *Ekologiya*. 1973;5:39-45 [In Russ.]
20. Smolonogov Ye.P., Shikhov A.M. Age-regeneration forest dynamics of Bilimbay experimental-model forestry farm. *Vosstanovitelno-vozrasnaya dinamika tayozhnykh lesov Srednego Urala: Sbornik nauchnykh trudov IERiZh*. Sverdlovsk : UB of USSR publishing. 1987. Pp. 4-46 [In Russ.]
21. Shikhov A.M., Smolonogov E.P. Age-regeneration dynamics of the forests of the Bisert experimental timber industry enterprise. *Nauchnyye osnovy vedeniya lesnogo khozyaistva na primere Bisertskego opytnogo lespromkhoza: Sbornik nauchnykh trudov IERiZh*. Sverdlovsk. USTs AN SSSR. 1984. Pp. 67-112 [In Russ.]
22. Kuzmichyov V.V. Regularities of stand dynamics: principles and models. Novosibirsk : Nauka. 2013. 208 p. [In Russ.]
23. Svalov S.N. Using of statistical methods in forestry Moscow : VINITI. 1985. V. 4. Pp. 1-164 [In Russ.]

Сведения об авторе

Георгий Васильевич Андреев – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса

Information about the author

George V. Andreev – Candidate of Science (Agriculture), Researcher of Laboratory of Population Biology of Woody Plants and Forest Dynamics

Статья поступила в редакцию 24.12.2021; одобрена после рецензирования 27.12.2022; принята к публикации 03.02.2022.

The article was submitted 14.12.2021; approved after reviewing 27.01.2022; accepted for publication 03.02.2022.