

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО FORESTRY

Научная статья

УДК 630*187: (470.55/.58)

doi: 10.34655/bgsha.2023.72.3.005

ДИНАМИКА УСТОЙЧИВО-ПРОИЗВОДНЫХ ОСИННИКОВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Георгий Васильевич Андреев

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

8061965@mail.ru

Аннотация. Целью данного исследования было изучение динамики устойчиво-производных осинников на Южном Урале, по данным лесоустройства, преобладающего типа лесорастительных условий. Объектом исследований была территория бывшего Катав-Ивановского лесхоза Челябинской области. Детальная принадлежность к таксонам (единицам) лесорастительного районирования и типам лесорастительных условий была опубликована автором ранее. Были использованы материалы массовой таксации лесоустройства 118 выделов общей площадью 901,2 га преобладающего типа лесорастительных условий. Приведены количественные показатели динамики исследуемых древостоев в виде эскизов таблиц хода роста, составленных по 20-летиям ввиду ограниченности объёма статьи. Участие осины в составе древостоев неизменно, варьирует в пределах 8-9 единиц. Чистый состав устойчиво-производных осинников обусловлен тем, что благодаря своей большой густоте при преимущественном корнеотпрысковом происхождении осины на Южном Урале и высокой скорости роста в данном типе лесорастительных условий осина формирует густые древостои. Среднее и текущее изменения выровненного запаса древостоя максимальных значений (4,8 и 4,8) м³/(га*год), соответственно, достигают в возрасте 21-40 лет. Затем они уменьшаются к возрасту 81-100 лет до 2,4 и -0,1 м³/(га*год). Устойчиво-производные осинники ни по среднему уровню, ни по непараллельности динамики запаса достоверно ($F=0,407 < F_{0,05}=3,89$ и $F=0,887 < F_{0,05}=2,46$ соответственно) не отличаются от длительно-производных осинников. Запас основного лесообразователя осины достоверно больше в устойчиво-производных осинниках, чем в длительно-производных ($F=11,414 > F_{0,01}=6,90$). Это обусловлено большим участием осины в составе устойчиво-производных осинников. Устойчиво-производные осинники достоверно являются более продуктивными по сравнению с устойчиво-производными березняками ($F=9,732 > F_{0,01}=6,76$), а также с тёмнохвойными древостоями, возникшими из сохранившегося подроста ($F=10,517 > F_{0,01}=6,76$). Схему трансформации лесов преобладающего типа лесорастительных условий в результате воздействия пожаров и рубок можно представить в следующем виде: Тхв (коренные тёмнохвойные с преобладанием ели и пихты как их этапа восстановления) – Схв (сосна с участием лиственницы в результате воздействия пожаров) – Б (березняки с

участием осины после сплошнолесосечных рубок сосняков) – Ос (преимущественно корнеотпрысковые осинники после рубок березняков). Последние в большинстве своём являются устойчиво-производными.

Ключевые слова: Южный Урал; ряды восстановительно-возрастной динамики, устойчиво-производные осинники, их динамика.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН (номер гос. регистрации 1022040300042-6-1.6.19;1.6.14;4.1.2).

Original article

DYNAMICS OF STABLE-SECONDARY ASPEN STANDS IN THE SOUTHERN URALS

George V. Andreev

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

Abstract. *The purpose of the study is to examine the dynamics of stable-secondary aspen stands in the Southern Urals according to the data of the mass taxation of forest management of the prevailing type of forest conditions. The object of the research is the territory of the former Katav-Ivanovsk forestry, the Chelyabinsk region. The detailed affiliation to the taxa (units) of forest-growing zoning and types of forest-growing conditions was published by the author earlier. For the research work, the data of mass taxation of forest management of 118 strata with the total area of 901.2 hectares of the prevailing type of forest growing conditions were used. Quantitative indicators of the dynamics of the studied stands are presented in the form of drafts of growth tables compiled for 20 years due to the limited volume of the article. The presence of aspen in the composition of stands is invariable and varies within 8-9 units. The pure composition of stable-secondary aspen trees is due to the fact that because of its high density with the predominant root-springing origin of aspen in the Southern Urals and the high growth rate in this type of forest growing conditions, aspens form dense stands. The average and current changes in the leveled aspen yield, as well as the entire stand, reach maximum values (3.6 and 4.0 m³/(ha*year) and 4.8 and 4.8 m³/(ha*year), respectively) at the age of 21-40 years old. Then they decrease by the age of 81-100 to 2.3 and 0.3, and the entire stand to 2.4 and -0.1 m³/(ha*year). Stable-secondary aspen stands are not significantly different from long-term secondary aspen stands in terms of either the average level and the non-parallelism of dynamics ($F=0.407 < F_{0.05}=3.89$ and $F=0.887 < F_{0.05}=2.46$, respectively). The yields of the main forest-forming aspen are significantly greater in stable-secondary aspen stands than in long-term secondary ones ($F=11.414 > F_{0.01}=6.90$). This is due to the large number of aspens in the composition of stable-secondary aspen stands. Stable-secondary aspen forests are significantly more productive compared to stable-secondary birch forests ($F=9.732 > F_{0.01}=6.76$), as well as with dark coniferous stands that arose from preserved undergrowth ($F=10.517 > F_{0.01}=6.76$). The scheme of transformation of forests due to the impact of repeated fires and logging can be presented in the following form: Dark coniferous forests (virgin dark coniferous with a predominance of spruce and fir as their recovery stage) – Light coniferous forests (pine stands with the presence of larch as a result of the impact of fires) – B (birch forests with the presence of aspen after clear cutting of pine forests) – Aspen (root-springing aspen after logging birch forests with the presence of aspen). The latter are mostly stable secondary.*

Keywords: the Southern Urals, series of reclamation and age-related dynamics, stable secondary aspen stands and their dynamics

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 1022040300042-6-1.6.19;1.6.14;4.1.2).

Введение. На Южном горном Урале осинники в процессе восстановительно-

возрастных смен после рубок, в большинстве случаев сплошнолесосечных, фор-

мируются на 25% площадей, из которых 10% занимают длительно-производные, а 15% устойчиво-производные древостои [1].

Наблюдается сокращение площадей осинников в зарубежной Европе и Скандинавии в частности из-за интенсивного ведения лесного хозяйства [2, 3, 4] и увеличения поголовья лосей (*Cervus elaphus* L.) [5]. Тем не менее древостои с преобладанием осины на территории Южного Урала Республики Башкортостан занимают второе место по площади после берёзы, а в Челябинской области – треть после берёзы и сосны. Аналогичное явление наблюдается и в других регионах России [6, 7]. Это обусловлено малым количеством подроста хозяйственно ценных пород, пологом поступающих в рубку древостоев, его полным уничтожением в результате рубок и пожаров, а также затруднённым последующим возобновлением под пологом формирующихся древостоев в результате отсутствия семенников и сильного задернения почвы. О преимущественном корнеотпрысковом происхождении осины на Южном Урале подробно сообщалось ранее [8].

Формирование устойчиво-производных осинников подтверждает послепожарную и послерубочную дивергенцию лесных биогеоценозов в пределах одного типа леса [9, 10, 11].

Она характеризуется формированием коротко-, длительно- и устойчиво-производных насаждений [12].

К устойчиво-производным насаждениям относятся леса, не имеющие условий и предпосылок для естественной эволюции в сторону коренного (условно-коренного) материнского насаждения. Им свойственна необратимость лесовосстановительных смен. Они дают начало новым типам леса, а возврат к исходному возможен у них только после проведения специальных лесоводственных и лесомелиоративных мероприятий [12].

Формирование древостоев в результате смены пород и их восстановление на Южном Урале, по данным массовой таксации лесоустройства, были исследова-

ны в аналогичных типах лесорастительных условий лишь на фоне коренных тёмнохвойных древостоев, а также условно-коренных, коротко-, длительно- и устойчиво-производных березняков и сосняков [13]. Длительно- и устойчиво-производные осинники в данной работе не рассматривались. Ранее описанные устойчиво-производные осинники Южного Урала [14] характеризуются ограниченным количеством наблюдений, а также не сравниваются с другими рядами восстановительно-возрастных смен.

Цель исследования – изучение динамики устойчиво-производных осинников и их продуктивность по сравнению с другими рядами восстановительно-возрастных смен на принципах генетической (или динамической) классификации типов леса Южного Урала на основе материалов лесоустройства.

Объекты и методика исследований. Использовались материалы лесоустройства бывшего Катав-Ивановского лесхоза Челябинской области. Детальная принадлежность к таксонам лесорастительного районирования и типам лесорастительных условий была опубликована ранее [1]. Были обработаны таксационные показатели древостоев 118 выделов общей площадью 901,2 га преобладающего типа лесорастительных условий на основе южно-уральской генетической классификации типов леса варианта [15].

Выделение разных рядов восстановительно-возрастной динамики было выполнено автором более детально [1], на основе методических разработок [16, 17].

Количество деревьев и сумма площадей сечений, которые при лесоустройстве не фиксируются, были рассчитаны по формуле Линь Чен Гана [18] по каждой составляющей породе через запас, а также их средние высота и диаметр.

Кроме того, была выполнена аппроксимация общих запасов древостоев с использованием общеизвестного уравнения в лесной таксации Ф. Корсуна и Г. Бакмана [19, 20, 21]:

$$y = e^{-2.750+3.709\ln x-0.423\ln^2 x}$$

с $r^2=0,984$, где x – возраст, y – запас древостоя. На его основе было вычислено среднее и текущее изменение общего запаса древостоя.

Достоверность различия динамики запаса древостоев разных рядов восстановительно-возрастной динамики по среднему уровню и непараллельности была выполнена на основе двухфакторного дисперсионного анализа [22]. Обработка материалов проводилась с использованием электронных таблиц MS Excel, а также программы Statistica v.6.0.

Результаты и их обсуждение. Максимальный возраст устойчиво-производных осинников, отмеченный лесозаготовителями, составил 100 лет. Количественные показатели динамики устойчиво-производных осинников приведены в таблице, которые из-за небольшого размера статьи показаны по 20-летиям. По этой же причине не приведены статистические показатели основных таксационных показателей. Участие осины в составе древостоев практически неизменно, варьируя в пределах 8-9 единиц. Чистый состав устойчиво-производных осинников обусловлен тем, что, благодаря своей большой густоте при корнеотпрысковом происхождении осины на Южном Урале [8] и высокой скорости роста в данном типе лесорастительных условий, осина формирует густые древостои, и даже береза не может составить ей конкуренцию.

Общее количество деревьев в древостоях до 20 лет, достигших переломных 2 метров высоты, составляет 11211 ± 1069 (2223-34484) экз./га, в том числе осины - 8918 ± 896 (884-30694) экз./га. К 100 годам общее количество деревьев уменьшается до 261 ± 89 (173-350) экз./га, а осины – до 244 (138-350).

Устойчиво-производные осинники характеризуются высокой относительной полнотой от 0,8 до 0,9 в возрасте до 60 лет. В более старшем возрасте она уменьшается до 0,5 к 100 годам. Это обусловлено как естественным отпадом осины, так и вырубкой наиболее продуктивных

древостоев лесозаготовителями.

Запас осины повышается с $28,3 \pm 2,83$ (2-90) м³/га в молодняках до $193,1 \pm 17,4$ (78-380) м³/га в возрасте 41-60 лет. Затем её запас уменьшается к 81-100 годам до $185,0$ (120-250) м³/га. Общий запас устойчиво-производных осинников увеличивается с $35,5 \pm 3,8$ (4-126) м³/га в древостоях 1-20 до $227,6 \pm 17,9$ (100-320) м³/га в возрасте 61-80 лет. В насаждениях 81-100 лет общий запас снижается до 200 (150-250) м³/га.

Двухфакторный дисперсионный анализ [22] показал, что длительно- и устойчиво-производные осинники не различаются ни по среднему уровню, ни по непараллельности динамики ($F=0,407 < F_{0,05}=3,89$ и $F=0,887 < F_{0,05}=2,46$ соответственно) запаса стволовой древесины. Средний уровень динамики запаса основного лесобразователя осины оказался достоверно большим ($F=11,414 > F_{0,01}=6,90$) в устойчиво-производных осинниках по сравнению с длительно-производными осинниками. Это обусловлено разным участием осины в составе этих рядов восстановительно-возрастной динамики. Различие непараллельности динамики запаса оказалось недостоверным ($F=1,315 < F_{0,05}=2,46$). Достоверно большими оказались общие средние запасы устойчиво-производных осинников по сравнению с устойчиво-производными березняками ($F=9,732 > F_{0,01}=6,76$). Непараллельность различия динамики этих древостоев ($F=2,783 > F_{0,05}=2,46$) также оказалась достоверной. По сравнению с условно-коренными тёмнохвойными древостоями, сформировавшимися из сохранившегося подроста, устойчиво-производные осинники характеризуются достоверно большими средними запасами ($F=10,517 > F_{0,01}=6,76$), а также непараллельностью динамики ($F=4,589 > F_{0,01}=3,41$) (Андреев, 2007) [1].

Заключение. Устойчиво-производные осинники представляют ряд восстановительно-возрастной динамики, который сформировался в результате максимального воздействия неоднократных и

сильнейших антропогенных воздействий на лесные растительные сообщества в данном типе лесорастительных сообществ в виде сплошнолесосечных рубок и пожаров. В составе древостоев, а также в подросте полностью отсутствуют ели и пихта.

Приведены количественные показатели динамики древостоев устойчиво-производных осинников в виде таблицы. Исследуемые древостои являются чистыми – доля осины по составу варьирует в пределах 8-9 единиц. Это обусловлено большей густотой при преимущественном корнеотпрысковом происхождении осины на Южном Урале и высокой скорости роста. Доля березы в составе устойчиво-производных осинников находится в пределах 1-2 единиц.

Устойчиво-производные осинники ни по среднему уровню, ни по непараллельности динамики достоверно не отличаются от длительно-производных осинников. Запасы основного лесообразователя осины

достоверно больше в устойчиво-производных осинниках, чем в длительно-производных. Это обусловлено большим участием осины в составе устойчиво-производных осинников. Устойчиво-производные осинники достоверно являются более продуктивными по сравнению с устойчиво-производными березняками, а также с тёмнохвойными древостоями, возникшими из сохранившегося подроста.

Трансформация тёмнохвойных лесов Южного Урала в результате воздействия рубок и пожаров на примере северной части западного макросклона Челябинской области выглядит в следующем виде: Тхв (коренные тёмнохвойные с преобладанием ели и преобладанием пихты как их этапа восстановления) – Схв (сосна с участием лиственницы в результате воздействия пожаров) – Б (березняки с участием осины после сплошнолесосечных рубок сосняков) – Ос (корнеотпрысковые осинники после рубок березняков с участием осины).

Таблица – Количественные показатели динамики (эскизы таблиц хода роста) устойчиво-производных осинников

Состав, единицы	Порода	А, лет	Н м	Д см	N экз/га	ΣG м ² /га	ρ	M м ³ /га	ΔM м ³ /га/год	Z_M^* м ³ /га/год
1-20 лет										
8,3	Ос	11	4,8	4,5	8918	8,14	0,82	28,1	2,6	2,6
1,3	Б	13	5,9	5,1	1140	2,48		5,8		
0,4	Лп	12	4,4	6,2	160	0,34		1,6		
Всего					10218	19,46	0,82	35,5	3,2	3,2
М кор								34,8	3,5	3,5
21-40 лет										
8,1	Ос	32	13,0	10,8	2023	16,05	0,90	104,4	3,3	3,8
1,5	Б	34	14,5	12,2	282	2,72		19,7		
0,4	Лп	28	10,3	8,7	136	0,69		3,9		
Всего					2440	19,46	0,90	128,0	4,0	4,6
М кор								144,6	4,8	4,8
41-60 лет										
8,4	Ос	54	19,2	18,5	886	21,50	0,87	193,1	3,6	4,0
1,3	Б	55	19,8	19,1	104	2,90		26,8		
0,3	Лп	52	16,7	17,3	32	0,63		5,06		
Всего					1022	25,03	0,87	225,0	4,2	4,4
М кор								198,2	4,0	2,1

61-80 лет										
8,5	Ос	72	21,7	26,0	380	19,55	0,7	191,9	2,7	-0,1
1,3	Б	78	22,6	28,6	52	3,07		31,5		
0,2	С	73	25,0	34,7	4	0,38		4,2		
Всего					436	23	0,7	227,7	3,2	0,2
М кор								208,5	3,3	0,8
81-100 лет										
9,0	Ос	90	25,0	30,0	244	16,33	0,50	185,0	2,1	-0,4
1,0	Б	90	24,0	32,0	17	1,39		15,0		
Всего					261	17,72		200,0	2,3	-1,8
М кор								208,1	2,2	-0,02

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, М кор – аппроксимированные значения запаса по уравнению Ф. Корсуня и Г. Бакмана и его среднее и текущее изменения; используются стандартные индексы, принятые в лесном хозяйстве для основных лесообразующих пород: Ос – осина (*Populus tremula* L.), Б – берёзы повислая и пушистая (*Betula pendula* и *Betula pubescens* spp.), С – сосна (*Pinus sylvestris* L.), Лп – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.).

Список источников

1. Андреев Г.В. Восстановительно-возрастная динамика тёмнохвойных древостоев на западном макросклоне Южного Урала // Лесное хозяйство. 2007. № 3. С. 38-40.
2. Hedenes H., Ericson L. Aspen lichens in agricultural and forest landscapes: the importance of habitat quality. *Ecography*. 2004. V. 27. Pp. 521-531.
3. MacKenzie N.A. Ecology, conservation and management of Aspen. A literature Review. *Scottish native Woods (Aberfeldy)*. 2010. 42 p.
4. Caudullo G., de Rigo D. *Populus tremula* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*. EU. Luxembourg. 2016. Pp. 138-139.
5. Kouki J., Arnold K., Martikainen P. Long-term persistence of aspen key host for many threatened species is endangered in old-growth conservation areas // *Finland. J. Nat. Conserv.* 2004. 12(1) Pp. 41-52.
6. Пукинская М.Ю. Участие осины в еловых древостоях на разных стадиях динамики // *Ботанический журнал*. 2012. Т. 97. № 5. С. 636-649. EDN: ОУСМЕХ
7. Макарова М.А. Осиновые (*Populus tremula*) леса северо-западного Приладожья // *Ботанический журнал*. 2020. Т. 105. № 10. С. 957-980. doi: 10.31857/S0006813620100063. EDN: NMBWNF
8. Косоуров Ю.Ф. Происхождение осинников горно-лесной зоны Южного Урала Башкирской АССР // *Сборник трудов по лесному хозяйству Башкирской ЛОС ВНИИЛМ*. Уфа: Башкир. книж. изд-во, 1973. № 9. С. 45-53.
9. Мелехов И.С. *Лесоведение: учебник для вузов*. М.: 1980, Лесная промышленность. 406 с.
10. 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.
11. Цветков В.Ф. Типы формирования насаждений и динамическая типология лесов // *Лесной вестник*. 2019. Т. 23. № 2. С. 12-19. doi: 10.18698/2542-1468-2019-2-12-19. EDN: QGADWR
12. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // *Тр. Дальневост. фил. АН СССР. Сер. Ботан. М.; Л.: Изд-во АН СССР*, 1956. Т. 2 (4). 264 с.
13. 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.
14. Иванова Н.С., Андреев Г.В. Устойчиво-производные осинники западных низкогорий Южного Урала // *Аграрный вестник Урала*. 2008. №10. С. 91-92.
15. Прокопов В.Ф., Фильрозе Е.М. Типология в лесном хозяйстве Челябинской области // *Лесное хоз-во*. 1974. № 8. С. 46-49.
16. Синельщиков Р.Г. Развитие лесов, формирующихся на еловых вырубках Среднего Урала // *Лесное хозяйство*. 1966. № 4. С. 24-27.

17. 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.

18. Свалов Н.Н. Прогнозирование роста древостоев // Итоги науки и техники: Лесоведение и лесоводство. М.: ВИНТИ, 1978. Т. 2. С. 110-164 .

19. Бараев С.К. Определение запасов без обмера модельных деревьев // Лесное хозяйство. 1963. № 8. С. 26-29.

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

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

22. Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. М.: МГУ, 1980. 150 с.

References

1. 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.)

2. Hedenes H. Ericson L. Aspen lichens in agricultural and forest landscapes: the importance of habitat quality. *Ecography*. 2004;27:521-531.

3. MacKenzie N.A. Ecology, conservation and management of Aspen. A literature Review. Scottish native Woods (Aberfeldy). 2010. 42 p.

4. Caudullo G., de Rigo D. Populus tremula in Europe: distribution, habitat, usage and threats. European Atlas of Forest Tree Species. EU. Luxemburg. 2016:138-139.

5. Kouki J., Arnold K., Martikainen P. Long-term persistence of aspen key host for many threatened species is endangered in old-growth conservation areas. *Finland J. Nat. Conserv.* 2004;12;1:41-52.

6. Pukinskaya M.Yu. The participation of european aspen in spruce stands at different stages of their dynamics. *Botanicheskii Zhurnal*. 2012;97;5:636-649 (In Russ.)

7. Makarova M.A. Aspen (Populus tremula) forests of the North-Western Ladoga region. *Botanicheskii Zhurnal*. 2020;105;10:957-980 (In Russ.)

8. Kosourov Yu.F. The genesis of aspen forests of forest-zone of Southern Ural of Bashkirskaya ASSR. *The collection of annals for forestry Bashirskoi LOS VNIILM*. Ufa: Bashkir. Knizh. izd-vo. 1973;9:45-53 (In Russ.)

9. Melekhov I.St. Forest science. Text-book. Moscow: Lesnaya promyshlennost'. 1980. 406 p. (In Russ.)

10. 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.)

11. Tsvetkov V.F. Type of stand formation and dynamic forest typology. *Lesnoi vestnik [Forestry bulletin]*. 2019;23:2:12-19 (In Russ.)

12. Kolesnikov B.P. Korean pine forests of the Far East. *Trudy DVF AN SSSR. Seriya Botanicheskaya*. M.;L.:1956;2(4):262 (In Russ.)

13. 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 [Russian Journal of Forest Science]*. 1967;7:16-25 (In Russ.)

14. Ivanova N.S., Andreev G.V. The permanent secondary aspen forests of the western low mountains of the Southern Urals. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2008;10:91-92 (In Russ.)

15. Prokopov V.F., Fiel'roze E.M. Forest types in forestry of Chelyabinsk region. *Lesnoye khozyaistvo*. 1974;8:46-49 (In Russ.)

16. Sinel'shchikov R.G. Development of forest forming after spruce clear cutting area of Middle Ural. *Lesnoye khozyaistvo*. 1966;4:24-27 (In Russ.)

17. Shikhov A.M., Smolonogov E.P. Age-regeneration dynamics of the forests of the Bisert experimental timber industry enterprise. *Nauchnyye osnovy vedeniaya lesnogo khozyaistva na primere Bisertskego opytного lespromkhozа: Sbornik nauchnykh trudov IERiZh*. Sverdlovsk. USTs AN SSSR. 1984. Pp. 67-112 (In Russ.)

18. Svalov N.N. Prognosis of stands growth. Moscow: VINITI. 1978. V. 2. Pp. 110-196 (In Russ.)

19. Barayev S.K. The determining of yields without the measuring of sample trees // *Lesnoye khozyaistvo*. 1963;8;26-29 (In Russ.)

20. Svalov S.N. Using of statistical methods in forestry. Moscow: VINITI. 1985. V. 4. Pp. 1-164 (In Russ.)

21. Kuz'michyov V.V. Regularities of stand dynamics: principles and models. Novosibirsk : Nauka, 2013. 208 p. (In Russ.)

22. Plokhinskii N.A. Biometric algorithms. Moscow: MGU, 1980. 150 p. (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 16.05. 2023; одобрена после рецензирования 07.07.2023; принята к публикации 22.08.2023.

The article was submitted 16.05.2023; approved after reviewing 07.07.2023; accepted for publication 22.08.2023.