

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, ЭКОЛОГИЯ /
BIOLOGICAL RESOURCES, ECOLOGY**

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Оригинальная научная статья

УДК 633.878.43: 630*55: 630*181(470.317)

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-6-21>



**Возрастные изменения березовых древостоев
на постоянных пробных площадях заповедника «Кологривский лес»**

**Николай Николаевич Дубенок¹, Александр Вячеславович Лебедев^{1,2},
Сергей Анатольевич Чистяков^{1,2}**

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

² Государственный природный заповедник «Кологривский лес»
имени М.Г. Синицына, Кологрив, Россия

Автор, ответственный за переписку: Александр Вячеславович Лебедев; alebedev@rgau-msha.ru

Аннотация

Фактические закономерности динамики древостоев могут быть выявлены только при наличии данных наблюдений на постоянных пробных площадях. Цель исследований – выявление особенностей возрастных изменений таксационных показателей в древостоях постоянных пробных площадей в березовых насаждениях заповедника «Кологривский лес» (Костромская область). Объектом исследований являлись древостои в березовых насаждениях, расположенных в ядре заповедника «Кологривский лес». В настоящее время они представлены спелыми и перестойными березовыми древостоями с преобладанием елового подроста на узколесосечных вырубках 1928 г. шириной 100-150 м. На пробных площадях выполнялся пересчет деревьев по отдельным элементам леса с распределением по ступеням толщины 4 см. Для 20-25 деревьев измерялась высота в диапазоне варьирования диаметров с дальнейшим графическим выравниванием значений. Запас рассчитывался с использованием таблиц объемов стволов, биомасса фракций древостоя – с использованием аллометрических уравнений. Проведен анализ возрастных изменений таксационных показателей (средние высота и диаметр, число деревьев, сумма площадей сечений, запас, биомасса фракций, содержание углерода в биомассе) за период с 1981-1983 по 2018-2022 гг. На рассмотренных пробных площадях преобладающим элементом леса на каждом возрастном промежутке является береза. Но в настоящее время древостои приближаются к этапу начала распада. На месте чистых березовых насаждений в будущем сформируются смешанные елово-липовые насаждения. При сопоставлении изменения таксационных показателей на постоянных пробных площадях с моделью хода роста березовых древостоев в типе леса ельник кисличный выявлено, что для фактических древостоев изменения средних высот синхронны с кривой, полученной по модели, а по остальным показателям имеются значительные расхождения.

Ключевые слова

березовые древостои, постоянная пробная площадь, заповедник «Кологривский лес», Костромская область

Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-01016, <https://rscf.ru/project/23-76-01016/>

Для цитирования

Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Чистяков С.А. Возрастные изменения березовых древостоев на постоянных пробных площадях заповедника «Кологривский лес» // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 1. С. 6-21. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-6-21>

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-6-21>

Age changes of birch stands on the permanent sample plots of the Kologrivsky Forest Nature Reserve

Nikolay N. Dubenok¹, Aleksandr V. Lebedev^{1,2}, Sergey A. Chistyakov^{1,2}¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia² Kologrivsky Forest Nature Reserve, Moscow, RussiaCorresponding author: Aleksandr V. Lebedev; alebedev@rgau-msha.ru

Abstract

The actual patterns of forest stand dynamics can be revealed only if observational data on permanent sample plots are available. The aim of the study is to identify the characteristics of the age changes of stand indicators in permanent birch sample plots of the Kologrivsky Forest Nature Reserve (Kostroma Region). The object of the study was forest stands in birch stands located in the core of the Kologrivsky Forest Nature Reserve. At present they are represented by mature and over-mature birch stands with the predominance of spruce undergrowth in narrow clearings of 1928 with a width of 100-150 m. In the permanent sample plots trees were counted according to individual forest elements with the distribution of 4 cm in thickness steps. For 20-25 trees, heights were measured in the range of varying diameters with further graphical alignment of the values. The stock was calculated using stem volume tables, and the biomass of the stand fractions was calculated using allometric equations. An analysis of the age changes of stand indicators (average height and diameter, number of trees, basal area, stock, biomass fractions, carbon content in biomass) for the period from 1981-1983 to 2018-2022 was carried out. In the sample plots considered, the dominant forest element in each age interval is birch. At present, however, the forest stands are approaching the stage of initial decay. Instead of pure birch stands, mixed spruce-linden stands will develop in the future. Comparing the changes of the stand indicators on the plots with a model of the growth of birch stands in the sorrel spruce forest type, it was found that the changes of the average heights of the actual stands are synchronous with the curve obtained from the model, while for other indicators there are significant discrepancies.

Key words

birch stands, permanent sample plots, Kologrivsky Forest Nature Reserve, Kostroma Region

Funding

The study was funded by the Russian Science Foundation grant No. 23-76-01016, <https://rscf.ru/en/project/23-76-01016/>

For citation

Dubenok N.N., Lebedev A.V., Chistyakov S.A. Age changes of birch stands on the permanent sample plots of the Kologrivsky Forest Nature Reserve. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(1):6-21. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-6-21>

Введение Introduction

Фактические закономерности динамики древостоев могут быть выявлены только при наличии данных наблюдений на постоянных пробных площадях [8, 9, 13]. В Костромской области одним из объектов проведения стационарных лесохозяйственных исследований является государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына. Комплексные исследования в современных границах заповедника стали проводиться в начале 1980 гг., когда по распоряжению Совета Министров СССР от 8 апреля 1980 г. № 460-р был выделен одноименный памятник природы. Первые пробные площади были заложены в конце 1970 – начале 1980-х гг., результатом работ на которых стало подробное лесоводственное описание лесного массива памятника природы – практически единственного

сохранившегося в европейской южной тайге участка коренных темнохвойных лесов [6, 7].

В 1990-е гг. научные исследования в памятнике природы «Кологривский лес» практически не проводились. Интерес к этому объекту возродился в начале 2000-х гг. при проектировании государственного природного заповедника. В этот период впервые были проведены комплексные геоботанические исследования территории будущего заповедника, выявлены факторы дифференциации единиц растительного покрова различного масштаба [12], выявлена роль экотопических и антропогенных факторов в формировании видового и структурного разнообразия южнотаежных лесов [10]. Результаты дальнейших исследований, направленных на изучение многолетней динамики насаждений заповедника, нашли отражение в работах А.Н. Иванова с соавт. [5], А.В. Лебедева и С.А. Чистякова [10], Н.Н. Дубенка с соавт. [2].

Проведенные ранее исследования по динамике компонентов лесных фитоценозов заповедника «Кологривский лес» носят фрагментарный характер. При этом накопленные с конца 1970-х гг. по настоящее время данные с постоянных пробных площадей заповедника не подвергались комплексному анализу и требуют проведения всестороннего изучения для выявления основных направлений происходящих изменений в лесных насаждениях.

Цель исследований: выявление особенностей возрастных изменений таксационных показателей в древостоях постоянных пробных площадей в березовых насаждениях заповедника «Кологривский лес» (Костромская область).

Методика исследований

Research method

Объектом исследований являлись древостои в березовых насаждениях, расположенных в ядре заповедника «Кологривский лес» (58.797990N, 43.979755E, EPSG: 43226). В настоящее время они представлены спелыми и перестойными березовыми древостоями с преобладанием елового подроста на узколесосечных вырубках 1928 г. шириной 100-150 м. После рубки участки быстро возобновились мелколиственными породами и елью, разрушение стен леса не произошло, а заготовка древесины практически не повлияла на состояние и жизнь всего массива соседних девственных лесов. В 1981-1983 гг. сотрудниками Костромской лесной опытной станции были заложены 5 постоянных пробных площадей (0,25-0,5 га). С 2014 по 2019 гг. сотрудниками научного отдела государственного природного заповедника «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына проведены работы по восстановлению этих площадей с осуществлением комплекса лесоводственно-таксационных работ.

В настоящее время в древостоях пробных площадей первый ярус сформирован преимущественно березой пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), а второй ярус елью (*Picea* sp.). В подлеске преобладающими являются рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), смородина колосистая (*Ribes spicatum* E. Robson), малина (*Rubus idaeus* L.). Подрост представлен несколькими поколениями ели (*Picea* sp.), липой сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), пихтой сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), кленом остролистным (*Acer platanoides* L.). В травяно-кустарничковом ярусе наибольшую встречаемость имеют такие виды, как щитовник широколистный (*Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray), звездчатка ланцетолистная (*Rabelera holostea* (L.) M.T. Sharples & E.A. Tripp), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dumort.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), вороний глаз обыкновенный (*Paris quadrifolia* L.), копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), майник двулистный (*Maianthemum*

bifolium (L.) F.W. Schmidt), звездчатка дубравная (*Stellaria nemorum* L.).

Таксационная характеристика древостоев за 1981-1983 гг. приводится по архивным материалам. На пробных площадях выполнялся переучет всех деревьев по отдельным элементам леса с распределением по ступеням толщины 4 см. Для 20-25 деревьев измерялась высота в диапазоне варьирования диаметров с дальнейшим графическим выравниванием значений (кривая высот). Возраст определялся путем отбора кернов возрастным буром для 3-5 деревьев из центральных ступеней толщины. Средний диаметр рассчитывался как среднее квадратическое значение, соответствующее средней площади поперечного сечения, а средняя высота определялась по графику высот. Запас древесины рассчитан с использованием объемных таблиц [4]. Биомасса фракций древостоя находилась по аллометрическим уравнениям зависимости от высоты и диаметра среднего дерева для соответствующих пород [1]. Содержание углерода оценивалось по рекомендациям МГЭИК, согласно которым допускается принять его долю в сухой биомассе 50% [14]. Изменение таксационных показателей на постоянных пробных площадях сопоставлялось с данными моделей хода роста древостоев в еловых типах леса заповедника «Кологривский лес» при фактической средней полноте, полученных по данным двух циклов лесостроительства (1998 и 2009 годы) [3].

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Пробная площадь 2/81 (табл. 1) заложена в июле 1981 г. (А.В. Письмеров, П.М. Воробей, А.В. Тяк) на узколесосечной вырубке 1928 г. с сохранившимся еловым подростом. Пробная площадь на момент закладки находилась в одновозрастном еловом насаждении с примесью березы предварительного и последующего возобновления. В 1981 г. по числу деревьев (1892 шт. на 1 га) и запасу древесины (147 м³ на 1 га) преобладающей породой была ель. Число деревьев березы составляло 1139 шт. на 1 га, а запас – 82 м³ на 1 га. Остальные древесные породы (осина, ива, пихта) были представлены единичными деревьями. В последующие годы в древостое в результате конкурентных отношений происходили процессы интенсивной дифференциации деревьев, результатом чего стало большое количество сухостойных деревьев и валежа ели. К 2019 г. количество растущих деревьев ели сократилось до 368 шт. на 1 га с запасом 105 м³ на 1 га, березы – до 418 шт. на 1 га с запасом 122 м³ на 1 га. В целом для древостоя с 1981 по 2019 гг. произошло повышение запаса древесины с 251 до 272 м³ на 1 га при снижении суммы площадей сечений с 32,8 до 26,4 м² на 1 га. По содержанию углерода в древесной биомассе наблюдается увеличение с 78 до 86 т на 1 га.

Параметры растущей части древостоя пробной площади 2/81

Параметр древостоя	1981 г.						2019 г.			
	Ель (<i>Picea</i> sp.)	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Ива козья (<i>Salix caprea</i> L.)	Пихта сибирская (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Итого	Ель (<i>Picea</i> sp.)	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Итого
Возраст, лет	68	52	52	52	68	-	106	91	91	-
Густота, экз/га	1892	1139	38	20	10	3099	368	418	14	800
Средний диаметр стволов, см	11,5	11,1	21,9	19,1	12,1	11,6	18,9	20,0	51,7	20,5
Средняя высота деревьев, м	12,6	14,9	22,5	14,8	13,1	13,8	20,5	21,0	32,0	22,0
Площадь сечения стволов, м ² /га	19,7	11,0	1,4	0,6	0,1	32,8	10,3	13,1	2,9	26,4
Запас стволовой древесины, м ³ /га	147	82	17	4	1	251	105	122	45	272
Доля в общем запасе, %	58,6	32,7	6,8	1,6	0,4	100,0	38,6	44,9	16,5	100,0
Масса стволовой древесины, т/га	50	35	6	1	0	92	40	55	16	111
Масса коры, т/га	5	5	1	0	0	12	3	7	2	13
Масса ветвей, т/га	9	6	1	0	0	15	5	8	2	16
Масса хвои/листвы, т/га	7	1	0	0	0	9	4	2	0	6
Масса корней, т/га	15	10	2	1	0	28	10	13	5	27
Общая масса, т/га	86	57	9	3	0	156	62	85	25	172
Содержание С, т/га	43	29	5	1	0	78	31	42	13	86

Table 1

Parameters of the growing part of the stand of sample area 2/81

Parameter of the stand	1981						2019			
	Spruce (<i>Picea</i> sp.)	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Sallow (<i>Salix caprea</i> L.)	Siberian fir (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Total	Spruce (<i>Picea</i> sp.)	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Total
Age, years	68	52	52	52	68	-	106	91	91	-
Density, ex/ha	1892	1139	38	20	10	3099	368	418	14	800
Average trunk diameter, cm	11.5	11.1	21.9	19.1	12.1	11.6	18.9	20.0	51.7	20.5
Average tree height, m	12.6	14.9	22.5	14.8	13.1	13.8	20.5	21.0	32.0	22.0
Basal area, m ² /ha	19.7	11.0	1.4	0.6	0.1	32.8	10.3	13.1	2.9	26.4
Stem wood stock, m ³ /ha	147	82	17	4	1	251	105	122	45	272
Share in total stock, %	58.6	32.7	6.8	1.6	0.4	100.0	38.6	44.9	16.5	100.0
Weight of stem wood, t/ha	50	35	6	1	0	92	40	55	16	111
Weight of bark, t/ha	5	5	1	0	0	12	3	7	2	13
Weight of branches, t/ha	9	6	1	0	0	15	5	8	2	16
Mass of needles/leaves, t/ha	7	1	0	0	0	9	4	2	0	6
Weight of roots, t/ha	15	10	2	1	0	28	10	13	5	27
Total weight, t/ha	86	57	9	3	0	156	62	85	25	172
C content, t/ha	43	29	5	1	0	78	31	42	13	86

Пробная площадь 3/81 (табл. 2) заложена в июле 1981 г. (А.В. Письмеров, П.М. Воробей, А.В. Тяк) на сплошной узколесосечной вырубке 1929-1930 гг. в производном березняке. На момент закладки пробной площади древостой был одновозрастным с участием березы и ели предварительного возобновления. Под пологом березы наблюдалось последующее возобновление ели. В 1981 г. преобладающей по числу деревьев (998 шт. на 1 га) и запасу (246 м³ на 1 га) являлась береза. Число деревьев ели первого и второго поколений составляло 675 шт. на 1 га, а запас – 85 м³ на 1 га. В качестве единичных деревьев,

входящих во второй ярус древостоя, на пробной площади присутствовали липа и рябина. К 2018 г. количество деревьев березы сократилось до 525 шт. на 1 га со значительным повышением запаса до 423 м³ на 1 га. Количество деревьев ели составило 558 шт. на 1 га с запасом 115 м³ на 1 га. Для всего древостоя за период с 1981 по 2018 гг. наблюдается увеличение суммы площадей сечений с 40,2 до 42,3 м² на 1 га со значительным повышением запаса древесины с 347 до 555 м³ на 1 га. Содержание углерода в биомассе древостоя за рассматриваемый временной промежуток увеличилось с 117 до 162 т на 1 га.

Таблица 2

Параметры растущей части древостоя пробной площади 3/81

Параметр древостоя	1981 г.						2018 г.					
	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Ель I (<i>Picea</i> sp.)	Ель II (<i>Picea</i> sp.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Итого	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Ель (<i>Picea</i> sp.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	Итого
Возраст, лет	50	89	54	50	50	-	87	105	60	50	20	-
Густота, экз/га	998	188	487	72	173	1918	525	558	42	8	50	1183
Средний диаметр стволов, см	18,9	21,3	9,0	16,0	8,4	16,3	27,4	15,3	13,3	24,6	4,8	21,3
Средняя высота деревьев, м	18,8	21,6	9,3	16,1	10,0	18,2	30,1	16,2	12,6	30,4	6,5	26,4
Площадь сечения стволов, м ² /га	28,0	6,7	3,1	1,4	1,0	40,2	31,0	10,3	0,6	0,4	0,1	42,3
Запас стволовой древесины, м ³ /га	246	68	17	11	5	347	423	115	12	5	0	555
Доля в общем запасе, %	70,9	19,6	4,9	3,2	1,4	100,0	76,2	20,7	2,2	0,9	0,0	100,0
Масса стволовой древесины, т/га	105	27	6	5	2	145	182	32	2	2	0	218
Масса коры, т/га	14	2	1	1	0	19	21	3	0	0	0	24
Масса ветвей, т/га	16	4	1	1	1	22	26	5	0	0	0	32
Масса хвои/листвы, т/га	4	2	1	0	0	8	4	4	0	0	0	8
Масса корней, т/га	27	7	2	2	2	39	31	9	1	0	0	41
Общая масса, т/га	166	42	11	9	5	233	264	52	3	3	0	323
Содержание С, т/га	83	21	6	4	3	117	132	26	2	2	0	162

Table 2

Parameters of the growing part of the stand of sample area 3/81

Parameter of the stand	1981						2018					
	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Spruce I (<i>Picea</i> sp.)	Spruce II (<i>Picea</i> sp.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Mountain ash (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Total	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Spruce (<i>Picea</i> sp.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Norway maple (<i>Acer platanoides</i> L.)	Total
Age, years	50	89	54	50	50	-	87	105	60	50	20	-
Density, ex/ha	998	188	487	72	173	1918	525	558	42	8	50	1183
Average trunk diameter, cm	18.9	21.3	9.0	16.0	8.4	16.3	27.4	15.3	13.3	24.6	4.8	21.3
Average tree height, m	18.8	21.6	9.3	16.1	10.0	18.2	30.1	16.2	12.6	30.4	6.5	26.4
Basal area, m ² /ha	28.0	6.7	3.1	1.4	1.0	40.2	31.0	10.3	0.6	0.4	0.1	42.3
Stem wood stock, m ³ /ha	246	68	17	11	5	347	423	115	12	5	0	555
Share in total stock, %	70.9	19.6	4.9	3.2	1.4	100.0	76.2	20.7	2.2	0.9	0.0	100.0
Weight of stem wood, t/ha	105	27	6	5	2	145	182	32	2	2	0	218
Weight of bark, t/ha	14	2	1	1	0	19	21	3	0	0	0	24
Weight of branches, t/ha	16	4	1	1	1	22	26	5	0	0	0	32
Mass of needles/leaves, t/ha	4	2	1	0	0	8	4	4	0	0	0	8
Weight of roots, t/ha	27	7	2	2	2	39	31	9	1	0	0	41
Total weight, t/ha	166	42	11	9	5	233	264	52	3	3	0	323
C content, t/ha	83	21	6	4	3	117	132	26	2	2	0	162

Пробная площадь 5/81 (табл. 3) заложена в августе 1981 г. (А.В. Письмеров, П.М. Воробей, А.В. Тяк) на узкой лесосеке 1928 г. Заготовка древесины производилась зимой, вывозка – конная в сортиментах. Порубочные остатки на лесосеке сжигались в кучах. Древостой на лесосеке возобновился березой с примесью осины и ели. В 1981 г. в верхний полог входила ель с куртинным размещением из подроста предварительной генерации. Древостой был одновозрастным. Преобладающей породой являлась береза с количеством растущих деревьев 1005 шт. на 1 га с запасом древесины 203 м³ на 1 га. Количество растущих деревьев ели составляло 570 шт. на 1 га с запасом

97 м³ на 1 га. Единичными деревьями на пробной площади были представлены липа, осина и рябина. К 2019 г. количество деревьев березы сократилось в 4 раза (до 260 шт. на 1 га), а запас практически не изменился (193 м³ на 1 га). Число растущих деревьев ели уменьшилось практически в 2 раза (210 шт. на 1 га), а запас древесины составил 62 м³ на 1 га. За рассматриваемый период для древостоя наблюдалось снижение суммы площадей сечений с 35,6 до 28,3 м² на 1 га, а величина запаса древесины не изменилась: в 1981 г. – 330 м³ на 1 га; в 2019 г. – 335 м³ на 1 га. Количество депонированного древостоем углерода в 1981 г. составило 113 т на 1 га, в 2019 г. – 102 т на 1 га.

Параметры растущей части древостоя пробной площади 5/81

Parameter of the stand	1981 г.						2019 г.				
	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Ель (<i>Picea</i> sp.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Итого	Ель (<i>Picea</i> sp.)	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Итого
Возраст, лет	53	54	53	53	53	-	90	90	90	90	-
Густота, экз/га	1005	570	80	50	15	1720	210	260	40	25	535
Средний диаметр стволов, см	16,3	16,0	15,8	6,4	34,9	16,2	18,5	28,7	15,8	50,8	26,0
Средняя высота деревьев, м	20,9	17,3	16	8,1	26,0	19,7	21,0	24,5	18,5	32,0	25,0
Площадь сечения стволов, м ² /га	21,0	11,5	1,6	0,2	1,4	35,6	5,6	16,8	0,8	5,1	28,3
Запас стволовой древесины, м ³ /га	203	97	12	1	17	330	62	193	6	74	335
Доля в общем запасе, %	61,5	29,4	3,6	0,3	5,2	100,0	18,5	57,6	1,8	22,1	100,0
Масса стволовой древесины, т/га	89	38	5	4	6	143	22	80	3	27	133
Масса коры, т/га	12	3	1	1	1	18	2	10	1	4	16
Масса ветвей, т/га	13	6	1	1	1	22	3	12	1	3	19
Масса хвои/листвы, т/га	3	4	0	0	0	7	2	2	0	0	5
Масса корней, т/га	20	10	2	2	2	36	5	17	1	8	32
Общая масса, т/га	137	61	10	8	10	226	34	121	5	43	204
Содержание С, т/га	68	31	5	4	5	113	17	60	3	22	102

Table 3

Parameters of the growing part of the stand of sample area 5/81

Параметр древостоя	1981						2019				
	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Spruce (<i>Picea</i> sp.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Mountain ash (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Total	Spruce (<i>Picea</i> sp.)	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Total
Age, years	53	54	53	53	53	-	90	90	90	90	-
Density, ex/ha	1005	570	80	50	15	1720	210	260	40	25	535
Average trunk diameter, cm	16.3	16.0	15.8	6.4	34.9	16.2	18.5	28.7	15.8	50.8	26.0
Average tree height, m	20.9	17.3	16	8.1	26.0	19.7	21.0	24.5	18.5	32.0	25.0
Basal area, m ² /ha	21.0	11.5	1.6	0.2	1.4	35.6	5.6	16.8	0.8	5.1	28.3
Stem wood stock, m ³ /ha	203	97	12	1	17	330	62	193	6	74	335
Share in total stock, %	61.5	29.4	3.6	0.3	5.2	100.0	18.5	57.6	1.8	22.1	100.0
Weight of stem wood, t/ha	89	38	5	4	6	143	22	80	3	27	133
Weight of bark, t/ha	12	3	1	1	1	18	2	10	1	4	16
Weight of branches, t/ha	13	6	1	1	1	22	3	12	1	3	19
Mass of needles/leaves, t/ha	3	4	0	0	0	7	2	2	0	0	5
Weight of roots, t/ha	20	10	2	2	2	36	5	17	1	8	32
Total weight, t/ha	137	61	10	8	10	226	34	121	5	43	204
C content, t/ha	68	31	5	4	5	113	17	60	3	22	102

Пробная площадь 9/83 (табл. 4) заложена в 1983 г. под руководством А.В. Письмерова в березовом насаждении, сформировавшемся на месте узколесосечной вырубki 1928 г. со сжиганием порубочных остатков. Сжигание порубочных остатков часто приводило к возникновению сплошных палов, в результате чего уничтожались оставшиеся после рубки еловый подрост и тонкомер. В 1983 г. преобладающей по числу деревьев (1342 шт. на 1 га) и запасу древесины (287 м³ на 1 га) на пробной площади была береза. Ель, представленная двумя поколениями, имела запас 17 м³ на 1 га. Единичными деревьями были представлены пихта, липа и осина. К 2022 г.

произошло естественное изреживание березового элемента леса с сокращением количества растущих деревьев в 3 раза (до 400 шт. на 1 га), при этом запас древесины повысился до 324 м³ на 1 га. Количество растущих деревьев ели практически не изменилось (450 шт. на 1 га), а их запас составил 43 м³ на 1 га. Кроме единичных деревьев осины, липы и пихты, во втором ярусе отмечены единичные деревья клена остролистного. За рассматриваемый временной промежуток на пробной площади произошло увеличение запаса древостоя с 332 до 470 м³ на 1 га. Также наблюдается повышение депонированного биомассой древостоя углерода со 109 до 151 т на 1 га.

Таблица 4

Параметры растущей части древостоя пробной площади 9/83

Параметр древостоя	1983 г.							2022 г.						
	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Ель I (<i>Picea</i> sp.)	Ель II (<i>Picea</i> sp.)	Пихта сибирская (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Итого	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Ель (<i>Picea</i> sp.)	Пихта сибирская (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	Итого
Возраст, лет	55	60	50	50	60	55	-	95	95	95	90	100	20	-
Густота, экз/га	1342	12	470	10	26	30	1890	400	34	450	10	18	2	914
Средний диаметр стволов, см	16,6	16,7	8,7	8,0	9,1	29,9	15,2	28,9	51,1	13,6	14,6	16,2	8,0	23,7
Средняя высота деревьев, м	21,8	18,0	0,4	7,9	15,1	27,6	20,3	28,5	31,0	12,5	12,0	17,5	9,5	26,2
Площадь сечения стволов, м ² /га	29,0	0,3	2,8	0,1	0,2	2,1	34,4	26,2	7,0	6,5	0,2	0,4	0,0	40,3
Запас стволовой древесины, м ³ /га	287	3	14	1	1	26	332	324	99	43	1	3	0	470
Доля в общем запасе, %	86,4	0,9	4,2	0,3	0,3	7,8	100,0	68,9	21,1	9,1	0,2	0,6	0,0	100,0
Масса стволовой древесины, т/га	129	1	0	0	1	10	140	145	36	16	0	1	0	199
Масса коры, т/га	17	0	0	0	0	2	19	17	6	2	0	0	0	25
Масса ветвей, т/га	19	0	0	0	0	1	21	21	4	3	0	0	0	28
Масса хвои/листвы, т/га	4	0	1	0	0	0	5	4	0	2	0	0	0	7
Масса корней, т/га	27	0	2	0	0	3	33	27	11	5	0	1	0	44
Общая масса, т/га	196	1	4	0	1	16	218	214	58	28	1	2	0	303
Содержание С, т/га	98	1	2	0	1	8	109	107	29	14	0	1	0	151

Table 4

Parameters of the growing part of the stand of sample area 9/83

Parameter of the stand	1983							2022						
	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Spruce I (<i>Picea</i> sp.)	Spruce II (<i>Picea</i> sp.)	Siberian fir (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Total	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Spruce (<i>Picea</i> sp.)	Siberian fir (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Norway maple (<i>Acer platanoides</i> L.)	Total
Age, years	55	60	50	50	60	55	-	95	95	95	90	100	20	-
Density, ex/ha	1342	12	470	10	26	30	1890	400	34	450	10	18	2	914
Average trunk diameter, cm	16.6	16.7	8.7	8.0	9.1	29.9	15.2	28.9	51.1	13.6	14.6	16.2	8.0	23.7
Average tree height, m	21.8	18.0	0.4	7.9	15.1	27.6	20.3	28.5	31.0	12.5	12.0	17.5	9.5	26.2
Basal area, m ² /ha	29.0	0.3	2.8	0.1	0.2	2.1	34.4	26.2	7.0	6.5	0.2	0.4	0.0	40.3
Stem wood stock, m ³ /ha	287	3	14	1	1	26	332	324	99	43	1	3	0	470
Share in total stock, %	86.4	0.9	4.2	0.3	0.3	7.8	100.0	68.9	21.1	9.1	0.2	0.6	0.0	100.0
Weight of stem wood, t/ha	129	1	0	0	1	10	140	145	36	16	0	1	0	199
Weight of bark, t/ha	17	0	0	0	0	2	19	17	6	2	0	0	0	25
Weight of branches, t/ha	19	0	0	0	0	1	21	21	4	3	0	0	0	28
Mass of needles/leaves, t/ha	4	0	1	0	0	0	5	4	0	2	0	0	0	7
Weight of roots, t/ha	27	0	2	0	0	3	33	27	11	5	0	1	0	44
Total weight, t/ha	196	1	4	0	1	16	218	214	58	28	1	2	0	303
C content, t/ha	98	1	2	0	1	8	109	107	29	14	0	1	0	151

Пробная площадь 10/83 (табл. 5) заложена в 1983 г. под руководством А.В. Письмерова в березовом насаждении, сформировавшемся на месте узколесосечной вырубki 1928 г. со сжиганием порубочных остатков. Сжигание порубочных остатков часто приводило к возникновению сплошных палов, в результате чего уничтожались оставшиеся после рубки еловый подрост и тонкомер. В 1989 г. преобладающей по числу деревьев (910 шт. на 1 га) и запасу древесины (338 м³ на 1 га) на пробной площади являлась береза. Ель, представленная двумя поколениями, имела запас 30 м³ на 1 га (684 шт. на 1 га). Единичными деревьями на пробной площади были представлены такие породы, как осина

и липа. К 2022 г. произошло естественное изреживание березового элемента леса с сокращением количества деревьев в 3 раза (306 шт. на 1 га). По числу стволов стала преобладать на пробной площади ель, представленная тремя поколениями (584 шт. на 1 га). Запас древесины деревьев ели составил 64 м³ на 1 га. Единичными деревьями в настоящее время представлены пихта, осина, липа и клен. В целом для древостоя сумма площадей сечений (1989 г. – 34,5 м² на 1 га, 2022 г. – 33,3 м² на 1 га), запас (1989 г. – 399 м³ на 1 га, 2022 г. – 400 м³ на 1 га) и количество депонированного углерода (1989 г. – 134 т на 1 га, 2022 г. – 129 т на 1 га) за рассматриваемый период практически не изменились.

Параметры растущей части древостоя пробной площади 10/83

Параметр древостоя	1989 г.						2022 г.						
	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Ель I (<i>Picea</i> sp.)	Ель II (<i>Picea</i> sp.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Итого	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Ель (<i>Picea</i> sp.)	Пихта сибирская (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Липа сердцевидная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	Итого
Возраст, лет	60	65	55	65	60	-	95	100	90	100	95	25	-
Густота, экз/га	910	14	14	670	48	1656	306	584	14	14	34	72	1024
Средний диаметр стволов, см	19,8	39,4	21,8	9,0	12,8	16,3	28,4	13,5	17,6	55,8	21,6	9,8	20,3
Средняя высота деревьев, м	27,9	32,2	22,3	9,8	19,8	26,1	31,5	15,0	16,0	36,5	20,5	10,5	27,0
Площадь сечения стволов, м ² /га	28,0	1,7	0,5	4,3	0,6	34,5	19,4	8,4	0,3	3,4	1,2	0,5	33,3
Запас стволовой древесины, м ³ /га	338	25	6	24	6	399	263	64	3	56	12	3	400
Доля в общем запасе, %	84,7	6,3	1,5	6,0	1,5	100,0	65,8	16,0	0,8	14,0	3,0	0,8	100,0
Масса стволовой древесины, т/га	157	9	2	9	2	179	119	25	2	21	5	1	173
Масса коры, т/га	19	1	0	1	1	22	13	2	0	3	1	0	20
Масса ветвей, т/га	23	1	0	2	0	26	17	4	0	2	1	0	25
Масса хвои/листвы, т/га	4	0	0	2	0	6	3	3	0	0	0	0	6
Масса корней, т/га	27	3	1	3	1	34	20	7	0	6	2	1	35
Общая масса, т/га	229	15	3	16	5	267	172	41	3	32	9	3	259
Содержание С, т/га	114	7	2	8	2	134	86	20	1	16	4	1	129

Table 5

Parameters of the growing part of the stand of sample area 10/83

Parameter of the stand	1989						2022						
	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Spruce I (<i>Picea</i> sp.)	Spruce II (<i>Picea</i> sp.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Total	White birch (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Spruce (<i>Picea</i> sp.)	Siberian fir (<i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Aspen (<i>Populus tremula</i> L.)	Winter linden tree (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Norway maple (<i>Acer platanoides</i> L.)	Total
Age, years	60	65	55	65	60	-	95	100	90	100	95	25	-
Density, ex/ha	910	14	14	670	48	1656	306	584	14	14	34	72	1024
Average trunk diameter, cm	19.8	39.4	21.8	9.0	12.8	16.3	28.4	13.5	17.6	55.8	21.6	9.8	20.3
Average tree height, m	27.9	32.2	22.3	9.8	19.8	26.1	31.5	15.0	16.0	36.5	20.5	10.5	27.0
Basal area, m ² /ha	28.0	1.7	0.5	4.3	0.6	34.5	19.4	8.4	0.3	3.4	1.2	0.5	33.3
Stem wood stock, m ³ /ha	338	25	6	24	6	399	263	64	3	56	12	3	400
Share in total stock, %	84.7	6.3	1.5	6.0	1.5	100.0	65.8	16.0	0.8	14.0	3.0	0.8	100.0
Weight of stem wood, t/ha	157	9	2	9	2	179	119	25	2	21	5	1	173
Weight of bark, t/ha	19	1	0	1	1	22	13	2	0	3	1	0	20
Weight of branches, t/ha	23	1	0	2	0	26	17	4	0	2	1	0	25
Mass of needles/leaves, t/ha	4	0	0	2	0	6	3	3	0	0	0	0	6
Weight of roots, t/ha	27	3	1	3	1	34	20	7	0	6	2	1	35
Total weight, t/ha	229	15	3	16	5	267	172	41	3	32	9	3	259
C content, t/ha	114	7	2	8	2	134	86	20	1	16	4	1	129

На примере постоянных пробных площадей, заложенных в березовых насаждениях на узколесосечных вырубках, проводилось сопоставление возрастного изменения таксационных показателей фактических древостоев с данными моделей хода роста для березовых древостоев в типе леса ельник кисличный заповедника «Кологривский лес» (рис.).

Ростовые линии по средней высоте синхронны с моделью для всех пробных площадей, кроме 3/81, где за рассматриваемый временной промежуток средняя высота увеличилась на 60%. Для совокупности древостоев пробных площадей в возрасте 50-55 лет средняя высота составила 20,8 м, в возрасте 90-95 лет – 27,1 м, а отклонения от смоделированной кривой составили $\pm 1\%$. По среднему

диаметру после 70 лет на пробных площадях наблюдается более интенсивный прирост, чем в модели хода роста по среднему диаметру. Для совокупности древостоев отклонения от смоделированной кривой составляют $\pm 8\%$. Наиболее значительными являются отклонения модели хода роста от фактических данных для суммы площадей сечений и запаса древесины. Для совокупности древостоев в 50-55 лет запасы на пробных площадях в среднем превышают смоделированные на 74%, а в 90-95 лет – на 34%. Таким образом, на отдельно взятых пробных площадях на старых узколесосечных вырубках запасы и площади сечений выше, чем усредненные данные по совокупности березовых древостоев.

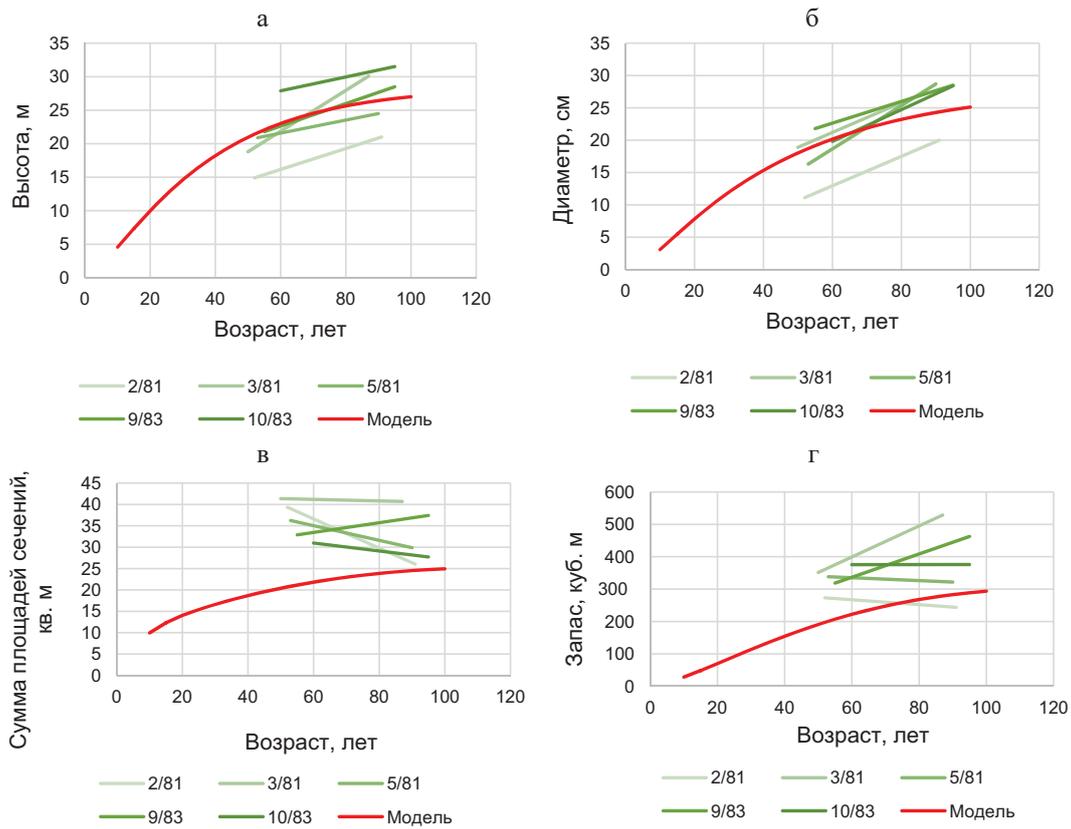


Рис. Сопоставление возрастного изменения березовых древостоев на пробных площадях с моделью хода роста для типа леса ельник кисличный (запасы и суммы площадей сечений в пересчете на чистые древостои):

а) средняя высота; б) средний диаметр; в) сумма площадей сечений, г) запас

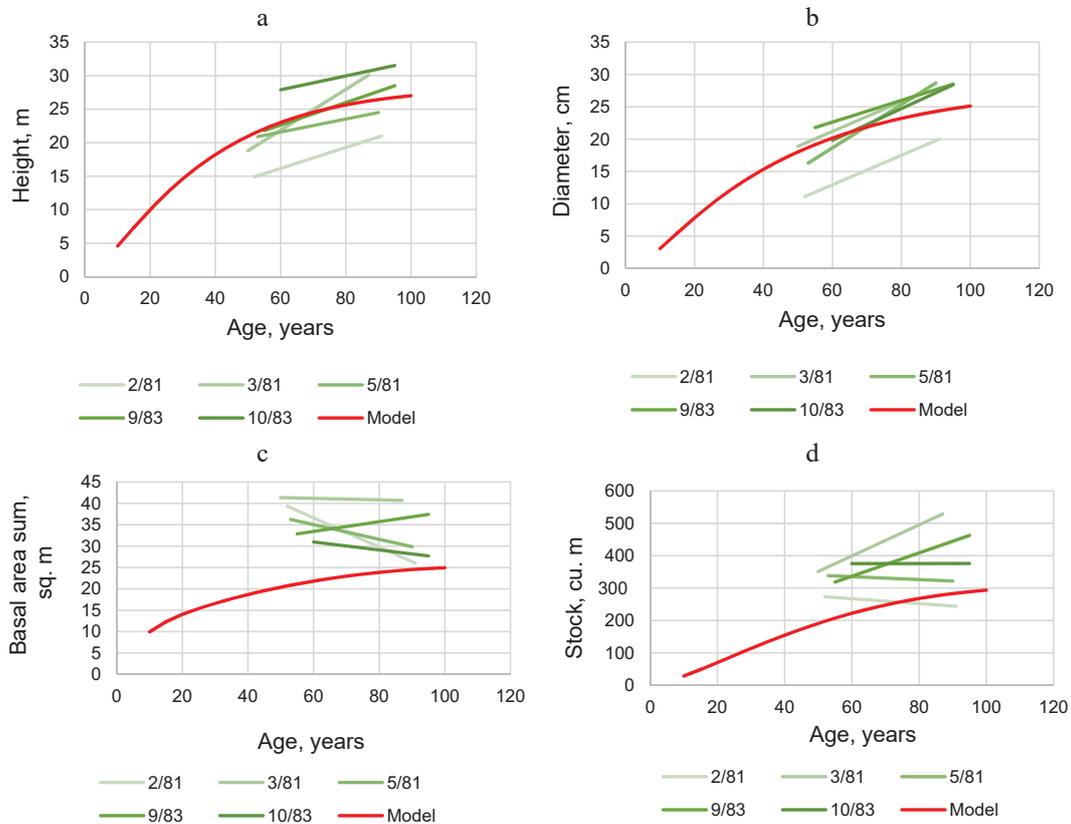


Fig. Comparison of age changes of birch stands on sample plots with the growth model for the sagebrush spruce forest type (stock and basal area in terms of pure stands):

а) average height; б) average diameter; в) basal area, д) stock

Выводы Conclusions

Для 5 постоянных пробных площадей в спелых и перестойных березовых древостоях на узколесосечных вырубках заповедника «Кологривский лес» проведен анализ возрастных изменений таксационных показателей (средние высота и диаметр, число деревьев, сумма площадей сечений, запас, биомасса фракций, содержание углерода в биомассе) за период с 1981-1983 по 2018-2022 гг. На рассмотренных пробных площадях преобладающим

элементом леса на каждом возрастном промежутке является береза, но в настоящее время древостои приближаются к этапу начала распада. На месте чистых березовых насаждений в будущем сформируются смешанные елово-липовые насаждения. При сопоставлении изменения таксационных показателей на постоянных пробных площадях с моделью хода роста березовых древостоев в типе леса ельник кисличный выявлено, что для фактических древостоев изменения средних высот синхронны с кривой, полученной по модели, а по остальным показателям имеются значительные расхождения.

Список источников

1. Демаков Ю.П., Пуряев А.С., Черных В.Л., Черных Л.В. Использование аллометрических зависимостей для оценки фитомассы различных фракций деревьев и моделирования их динамики // *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование»*. 2015. № 2 (26). С. 19-36. EDN: UBKTFJ
2. Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Чистяков С.А. Динамика рядов распределения деревьев по толщине на постоянных пробных площадях заповедника «Кологривский лес» // *Научные труды государственного природного заповедника «Кологривский лес»: Сборник научных трудов*. Кологрив: Государственный природный заповедник «Кологривский лес», 2023. Вып. 2. С. 27-38. EDN: ZUWMXS
3. Дубенок Н.Н., Лебедев А.В., Чистяков С.А. Ход роста древостоев в еловых типах леса заповедника «Кологривский лес» // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2023. Т. 1, № 70. С. 81-90. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2023.2.03>
4. Загреев В.В., Сухих В.И., Швиденко А.З., Гусев Н.Н. и др. *Общесоюзные нормативы для таксации лесов*: Справочник. М.: Колос, 1990. 495 с.
5. Иванов А.Н., Буторина Е.А., Балдина Е.А. Многолетняя динамика коренных южнотаежных ельников в заповеднике Кологривский лес // *Вестник Московского университета. Серия 5 «География»*. 2012. № 3. С. 74-79. EDN: PGCTSJ
6. *Кологривский лес: экологические исследования*: Сборник статей АН СССР / Институт эволюции, морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова; Отв. ред. В.Е. Соколов. М.: Наука, 1986. 125 с.
7. Абатуров Ю.Д., Письмеров А.В., Орлов А.Я., Зворыкина К.В. и др. *Коренные темнохвойные леса южной тайги (резерват «Кологривский лес»)*: Сборник. М.: Наука, 1988. 220 с.
8. Коротков С.А. *Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины*: Монография. Москва: АНО «Доблесть эпох», 2023. 168 с. EDN: ТТНРРА
9. Кузьмичев В.В. *Закономерности динамики древостоев: принципы и модели*. Новосибирск: Наука, 1977. 160 с.
10. Лебедев А.В., Чистяков С.А. Долговременные наблюдения на пробных площадях в древостоях ядра заповедника «Кологривский лес» // *Вклад особо*

References

1. Demakov Yu.P., Puryaev A.S., Chernykh V.L., Chernykh L.V. Allometric dependences application to assess phytomass of various fractions of trees and simulation of their dynamics. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management*. 2015;2(26):19-36. (In Russ.)
2. Dubenok N.N., Lebedev A.V., Chistyakov S.A. Dynamics of tree diameter distribution in the permanent sample plots of the Kologrivsky Forest Nature Reserve. In: *Scientific Papers of the Kologrivsky Forest Nature Reserve*. Ed. by Lebedev A.V. Kologriv: Kologrivsky Forest Nature Reserve, 2023;2:27-38. (In Russ.)
3. Dubenok N.N., Lebedev A.V., Chistyakov S.A. Forest stand development in the spruce forest types of "The Kologrivsky Les" nature reserve. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*. 2023;1:81-90. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2023.2.03>
4. Zagreev V.V., Sukhikh V.I., Shvedenko A.Z., Gusev N.N. et al. *All-Union standards for forest inventory: reference book*. Moscow, Russia: Kolos, 1990:495. (In Russ.)
5. Ivanov A.N., Butorina E.A., Baldina E.A. Long-term dynamics of primary spruce forests (southern taiga) in the Kologriv Forest Natural Reserve. *Lomonosov Geography Journal*. 2012;3:74-79. (In Russ.)
6. *Kologrivsky forest: Ecological research: proceedings*. Moscow, Russia: Nauka, 1986:125. (In Russ.)
7. Abaturov Yu.D., Pismerov A.V., Orlov A.Ya. et al. *Indigenous dark coniferous forests of the southern taiga (Kologrivsky Forest reserve): proceedings*. Ed. by Utkin A.I., Orlov A.Ya. Moscow, Russia: Nauka, 1988:220. (In Russ.)
8. Korotkov S.A. *Changes in the composition of forest stands and the stability of protective forests in the central part of the Russian Plain: monograph*. Moscow, Russia: ANO "Doblest' epokh", 2023:168. (In Russ.)
9. Kuzmichev V.V. *Patterns of forest stand dynamics: principles and models: monograph*. Novosibirsk, Russia: Nauka, 2013:208. (In Russ.)
10. Lebedev A.V., Chistyakov S.A. Long-term observations on permanent sample plots in stands of the Kologrivsky Forest Nature Reserve.

охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: Материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», г. Кологрив, 28-29 октября 2021 г. Кологрив: Государственный природный заповедник «Кологривский лес», 2021. С. 31-43. EDN: TSNVUN

11. Луговая Д.Л. Роль экотопических и антропогенных факторов в формировании видового и структурного разнообразия южнотаежных лесов (восток Костромской области): Дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2008. 163 с.

12. Немчинова А.В. Дифференциация лесных фитохор бассейна р. Понга на примере ландшафтов «Кологривского леса»: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2005. 23 с.

13. Рогозин М.В., Разин Г.С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: Монография. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. 277 с. EDN: UOKKIR

14. Рожков Л.Н. Методические подходы расчета углеродных пулов в лесах Беларуси // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. 2011. № 1. С. 62-70. EDN: VDHDZZ

Сведения об авторах

Николай Николаевич Дубенок, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственный мелиораций, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: ndubenok@mail.ru

Александр Вячеславович Лебедев, канд. с.-х. наук, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; научный сотрудник, Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына; 157440, Костромская область, Кологривский район, г. Кологрив, Центральная ул., 15; e-mail: alebedev@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>

Сергей Анатольевич Чистяков, аспирант кафедры землеустройства и лесоводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; заместитель директора по науке, Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына; 157440, Костромская область, Кологривский район, г. Кологрив, Центральная ул., 15; e-mail: bober.vet@mail.ru

Статья поступила в редакцию 04.03.2024
Одобрена после рецензирования 22.03.2024
Принята к публикации 29.03.2024

II Vserossiyskaya (s mezhdunarodnym uchastiyem) konferentsiya, priurochennaya k 15-letiyu sozdaniya zapovednika “Kologrivskiy les” “Vklad osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy v ekologicheskuyu ustoychivost’ regionov: sovremennoe sostoyanie i perspektivy”, Kologriv, October 28-29, 2021. Kologriv: Kologrivsky Forest Nature Reserve, 2021:31-43. (In Russ.)

11. Lugovaya D.L. The role of ecotopic and anthropogenic factors in the formation of species and structural diversity of southern taiga forests (eastern Kostroma region): CSc (Bio) thesis. Moscow, Russia, 2008:163. (In Russ.)

12. Nemchinova A.V. Differentiation of forest phytocoeres in the river basin Ponga on the example of landscapes of “the Kologrivsky Forest”: CSc (Bio) thesis. Syktyvkar, Russia, 2005:23. (In Russ.)

13. Rogozin M.V., Razin G.S. *Development of forest stands. Models, laws, hypotheses*: monograph. Perm: Perm State University, 2015:277. (In Russ.)

14. Rozhkov L.N. Approaches calculation of carbon pools in the forests of Belarus. *Proceedings of BSTU. № 1. Forestry*. 2011;1:62-70. (In Russ.)

Information about the authors

Nikolay N. Dubenok, Academician of the RAS, DSc (Agr), Professor, Head of the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: ndubenok@mail.ru

Aleksandr V. Lebedev, CSc (Agr), Associate Professor at the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); Research Associate, Kologrivsky Forest Nature Reserve (15 Tsentral’naya St., Kologriv, Kostroma Region, 157440, Russian Federation); e-mail: alebedev@rgau-msha.ru

Sergey A. Chistyakov, postgraduate student at the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); Deputy Director for Science, Kologrivsky Forest Nature Reserve (15 Tsentral’naya St., Kologriv, Kostroma Region, 157440, Russian Federation); e-mail: bober.vet@mail.ru

The article was submitted to the editorial office March 04, 2024
Approved after reviewing March 22, 2024
Accepted for publication March 29, 2024