

УДК 581.1.03;574.5;572.1/4

**Л. И. Старикова<sup>1</sup>, М. В. Ермохин<sup>1</sup>, В. С. Ивкович<sup>2</sup>, В. А. Зимницкий<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича

Национальной академии наук Беларуси

<sup>2</sup>Березинский биосферный заповедник**НАПРАВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ СУКЦЕССИЙ В ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ПОВИСЛОБЕРЕЗОВЫХ ЛЕСАХ (НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА)**

Рассмотрены направления сукцессий в лесах из *Betula pendula* Roth на особо охраняемых природных территориях. В рамках работы проанализированы изменения в повислоберезовых насаждениях по материалам двух туров лесоустройства (1976 и 2018 гг.), а также изучена динамика древостоя березы повислой на постоянной пробной площади за период 1981–2021 гг. Установлено, что основной период распада повислоберезовых насаждений в орляковом и кисличном типах леса в естественных условиях приходится на возраст 120–130 лет. При этом отмечены единичные насаждения березы повислой возрастом старше 130 лет. В высоковозрастных повислоберезовых лесах наиболее широко распространена классическая смена березы на ель, которая появляется либо одновременно с березой, либо спустя одно-два десятилетия под ее пологом. В насаждениях старше 50 лет обычно хорошо выражено два яруса. В первом ярусе доминирует береза, а во втором ель. В березняках кисличных в составе древостоев и подроста появляются широколиственные породы. Причем их доля в составе нижних ярусов увеличивается со временем, что создает предпосылки для восстановления елово-широколиственных лесов через стадию еловых лесов.

**Ключевые слова:** береза повислая, высоковозрастные насаждения, динамика древостоя, фитоценоз.

**Для цитирования:** Старикова Л. И., Ермохин М. В., Ивкович В. С., Зимницкий В. А. Направления естественных сукцессий в высоковозрастных повислоберезовых лесах (на примере Березинского заповедника) // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 2 (258). С. 49–54.

**L. I. Starikova<sup>1</sup>, M. V. Yermokhin<sup>1</sup>, V. S. Ivkovich<sup>2</sup>, V. A. Zimnitskiy<sup>2</sup>**<sup>1</sup> V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus<sup>2</sup>Berezinski Biosphere Reserve**NATURAL SUCCESSIONS IN HIGH-AGE SILVER BIRCH FORESTS (ON THE EXAMPLE OF THE BEREZINSKY RESERVE)**

The successions in forests from *Betula pendula* Roth in specially protected natural areas are considered. Changes in silver birch stands were analyzed based on the materials of two rounds of forest inventory (1976 and 2018), and the dynamics of the birch stand on the permanent plot for the period 1981–2021 was studied. It was found that the main period of degradation of silver birch stands in *Betuletum pteridiosum* and *B. oxalidosum* forest types in natural conditions falls at the age of 120–130 years. At the same time, isolated stands of birch older than 130 years were registered. In high-age silver birch forests, the classic change of birch to spruce is widespread. Spruce appears either simultaneously with the birch, or after one or two decades under its canopy. In stands older than 50 years, two layers are usually well separate. Birch dominates in the first layer, and spruce dominates in the second layer. Broad-leaved species appears in *B. oxalidosum* forest types as part of stands and undergrowth. Moreover, their share in the composition of the lower layers increases over time, which creates preconditions for the restoration of spruce-deciduous forests through the stage of spruce forests.

**Key words:** silver birch, high-aged forest, stand dynamics, phytocenosis.

**For citation:** Starikova L. I., Yermokhin M. V., Ivkovich V. S., Zimnitskiy V. A. Natural successions in high-age silver birch forests (on the example of the Berezinsky reserve). *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2022, no. 2 (258), pp. 49–54 (In Russian).

**Введение.** Береза – исключительно полиморфный род, в котором насчитывают 140 видов, широко распространенных по всему северному полушарию от субтропиков до тундры.

В Беларуси произрастает четыре вида березы: береза карликовая (*Betula nana*), береза низкая (*Betula humilis*), береза повислая, или бородавчатая (*Betula pendula*), береза пушистая (*Betula*

*pubescens*). Последние два вида образуют самостоятельные лесные формации со своим доминированием – производные бородавчатоберезовые (повислоберезовые) леса, сменяющие хвойные или широколиственные на минеральных почвах, и коренные пушистоберезовые леса в болотных эдафотопках [1].

Формация повислоберезовых лесов в Беларуси широко распространена и занимает второе место после сосновых лесов. На их долю приходится 19,1% площади лесов. Наиболее распространенными являются березняки черничные (19,1%), кисличные (16,0%), папоротниковые (14,5%) и орляковые (10,6%). В возрастной структуре преобладают средневозрастные древостои (56,9%) [2].

В большинстве своем повислоберезовые леса занимают легкодоступные участки на месте бывших вырубок или на сельскохозяйственных землях. Одновременно легкая доступность приводит к практически полному отсутствию высоковозрастных повислоберезовых лесов, которые вырубались в 61–70 лет. При этом березняки и в целом мелколиственные насаждения являются одной из обязательных стадий в процессе естественного формирования коренных лесов.

Понимание сукцессионных процессов особенно актуально для охраняемых природных территорий, поскольку позволит прогнозировать возможную структуру будущих лесов при отсутствии хозяйственной деятельности.

При этом большинство исследований динамики березовых лесов на территории Беларуси касаются только лесов до возраста рубки главного пользования (до 70 лет) и посвящены естественному возобновлению, технологиям рубки, типологии. Вопросы естественной динамики на поздних стадиях сукцессий освещены в работе И. Д. Юркевича [1], а оценка изменений в структуре березняков по материалам долговременных наблюдений представлена в работе Л. В. Федоровича и др. [3].

**Объекты и методы исследования.** Исследования возможных естественных смен в высоковозрастных (старше 50 лет) повислоберезовых лесах проведены на территории Березинского биосферного заповедника.

В рамках работы были проанализированы изменения в структуре повислоберезовых насаждений по материалам двух туров лесоустройства (1976 и 2018 гг.), а также изучена динамика древостоя березы повислой на постоянной пробной площади (ПП) в березняке кисличном за период 1981–2021 гг. Средний возраст насаждения в 2021 г. составлял 80 лет.

На основе плана насаждений и базы данных лесоустройства 1976 г. были отобраны участки с преобладанием березы повислой и перенесены

на план лесонасаждений 2018 г. Поскольку конфигурации выделов разных туров лесоустройства не всегда совпадают, возможны ошибки в идентификации конкретных выделов. Во избежание этого сравнивались только наиболее полно совпадающие участки. Анализировались породный состав древостоя и подроста, доля березы в составе, а также распределение насаждений по классам возраста. На ПП проведен анализ изменения структуры древостоя.

**Результаты исследования.** В 1976 г. среди анализируемых преобладали насаждения VI класса возраста, составляющие 60% от общего количества участков (рис. 1). Насаждения старше X класса возраста не встречались в базе данных.



Рис. 1. Распределение березняков по классам возраста в 1976 г.

К формации повислоберезовых лесов, согласно исследованиям И. Д. Юркевича, отнесены березняки мшистые, орляковые, кисличные, черничные, приручейно-травяные, долгомошные, снытевые, крапивные, папоротниковые, зеленомошные, вересковые, брусничные с господством березы повислой, выделяемые при лесоустройстве [1].

На 2018 г. повислоберезовые леса на территории Березинского биосферного заповедника были представлены несколькими основными типами леса: березняк мшистый (4,8%), орляковый (10%), кисличный (39%), черничный (21,2%), долгомошный (3,2%), крапивный (3,6%), папоротниковый (6,4%), приручейно-травяной (2,4%). Более 60% приходилось всего на два типа леса: березняки кисличный и черничный (рис. 2). Отдельные участки, которые в 1976 г. отмечались как суходольные типы леса, в 2018 г. зарегистрированы как болотные леса (9,2%). В большинстве случаев это связано с ошибками таксации: неправильно определен тип леса или конфигурация выдела.

Повислоберезовые леса являются интразональной формацией. Они формируются в результате смены коренных формаций сосновых, еловых и дубовых лесов. Направления сукцессий в лесах в значительной степени отражают состояние подроста и нижних ярусов древостоя.

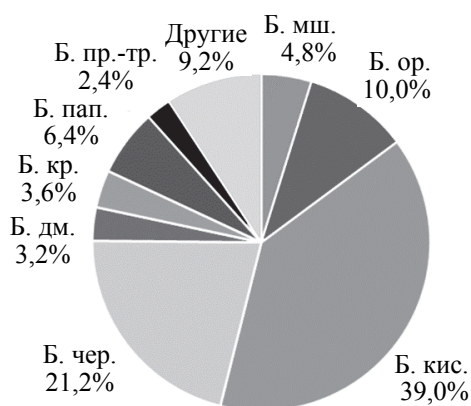


Рис. 2. Распределение березняков по типам леса в 2018 г.

Состояние подроста в 1976 г. показывает, что большинство из насаждений развивается в направлении формирования еловых или широколиственно-еловых лесов в зависимости от типа леса. Под пологом березы подрост формировался в основном из ели и березы повислой с участием широколиственных пород: дуба, липы, клена, ясеня. Соответственно, за 42-летний период в составе древостоев произошли некоторые изменения.

Из общего количества березняков сохранилось только 68%. В остальных произошла смена главной породы: в 14,9% на ель, в 6,8% на ольху черную, в 3,2% на осину, в 6,8% на сосну, в 0,4% на ясень (рис. 3). В единичных случаях на месте старых березняков появились молодые насаждения (I–II класса возраста) ели, что связано с гибелью березняков в результате ветровалов.

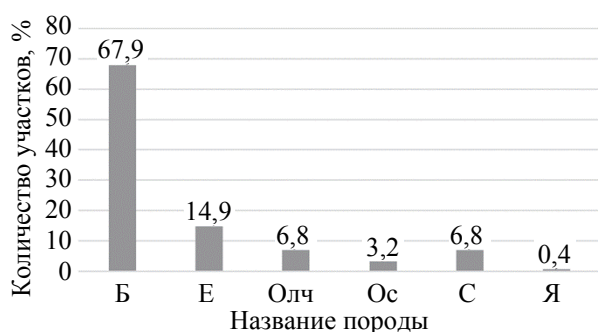


Рис. 3. Смена главной породы в повислоберезовых древостоях в 2018 г. (% от общего количества таких площадей в 1976 г.)

Наиболее широко распространена классическая смена березы на ель, которая появляется либо одновременно с березой, либо спустя одно-два десятилетия уже под пологом. Связано это с тем, что молодое поколение лиственных пород очень быстро (через 7–10 лет) образует сомкнутый полог, под которым вновь начинает восстанавливаться лесная среда. Она благоприятна для развития молодого поколения ели, появляющегося

под прикрытием березы. Теневыносливый подрост ели защищен пологом мелколиственных пород от неблагоприятного воздействия окружающей среды. К возрасту 40–50 лет береза достигает высоты 20–25 м и замедляет свой рост [4]. Начинается ее естественное изреживание. Ель к этому времени вступает в период наиболее интенсивного роста и выходит во второй ярус.

Если же береза появилась одновременно с сосной или тем более раньше, то береза, будучи породой пионерной, способной к вегетативному возобновлению и быстрорастущей, отрицательно влияет на сосну как в перехвате экологических факторов, так и за счет охлестывания. Под пологом взрослых насаждений в возобновлении березы не получает большого участия в силу высокого светолюбия, и поэтому в предварительном возобновлении ее обычно мало [4]. Со временем сосна как более долгоживущая порода постепенно начинает доминировать. В результате насаждения трансформируются в разреженные сосновые древостои, в которых должен формироваться второй ярус из теневыносливых пород. Но в материалах лесоустройства таких насаждений нет.

Смена на ольху черную и ясень наблюдается в наиболее богатых крапивных и папоротниковых типах леса и, вероятнее всего, связана с погрешностью таксации, поскольку в подавляющем большинстве это насаждения сложные (из 4–5 пород) по составу, который можно установить только сплошным перечетом деревьев.

В составе насаждений, которые сохранились березняками, в половине случаев (47–53%) доля березы осталась прежней или изменилась незначительно. Наиболее заметное снижение доли березы (на 1–2 единицы в составе) отмечено на участках, в состав которых в 1976 г. входило 9–10 берез (рис. 4).

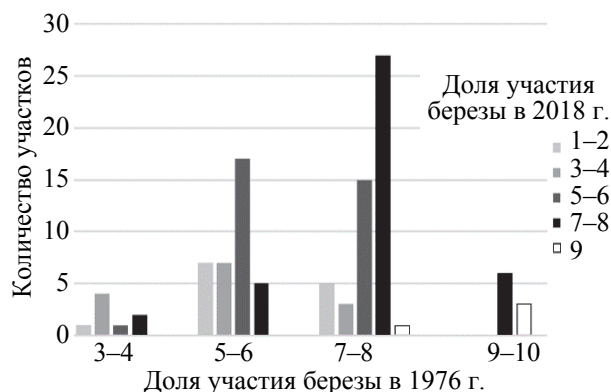


Рис. 4. Изменение доли участия березы в составе насаждений

Одним из интересных в динамике березовых лесов является вопрос определения периода распада древостоев и смены другими древесными породами. Существует мнение, что к 80–100 годам

лиственные породы как менее долговечные отпадают, а ель занимает их место [4]. Однако по результатам наших исследований, доля березняков, сохраняющихся березняками, медленно снижается с IX по XII класс возраста (с 90 до 70%), а затем скачкообразно падает до 40%. Т. е. основной период распада березовых насаждений приходится на возраст 120–130 лет (рис. 5), а не 80–100. При этом отмечены единичные насаждения березы возрастом старше 130 лет, а в насаждениях других пород возраст отдельных деревьев березы достигает 150 лет.

ПП для наблюдения за динамикой березового фитоценоза была заложена в 1981 г. в 40-летнем березняке. На момент закладки ПП это было чистое насаждение березы повислой с единичными деревьями ели (рис. 6, таблица). Подлесок и подрост широколиственных пород почти отсутствовали, в живом напочвенном покрове доминировал орляк и другие светолюбивые виды. Соответственно, насаждение было отнесено к орляковому типу леса. Однако через 40 лет наблюдений стало ясно, что насаждение на момент закладки ПП было возрастной ассоциацией [5] березняка кисличного. Это подтверждают изменения в структуре насаждения: резкое увеличение ели в составе древостоя, появление широколиственных пород и увеличение проективного покрытия лещины, которые привели к снижению участия светолюбивых видов и стабилизации живого напочвенного покрова. Широкое распространение получила *Stellaria holostea*, увеличилось покрытие *Galeobdolon luteum*, *Aegopodium podagraria*, *Sanicula europaea*, *Rhodobrium roseum*.

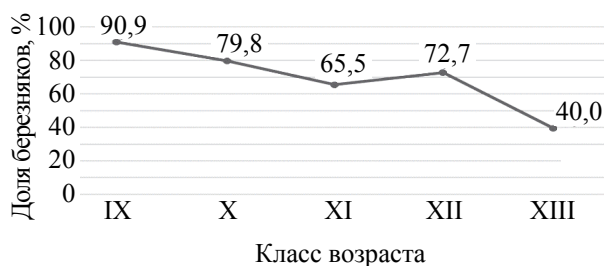


Рис. 5. Доля березняков 1976 г., сохранившихся березняками в 2018 г. по классам возраста

Наблюдения за динамикой древостоя на ПП подтверждают изменения в составе и структуре березняков, выявленные по материалам лесоустройства.

В период с 40 до 80 лет доля березы в составе древостоя постепенно сокращается. Если в 1981 г. ее доля составляла 100%, то к 2021 г. – 60%. Доля ели в составе выросла с 10 до 40%. При этом запас березы на протяжении последних 15 лет остается без изменений (около 300 м³/га), поэтому говорить о распаде яруса березы преждевременно. Изменения в составе представлены в таблице, а в распределении деревьев по ступеням толщины – на рис. 6.

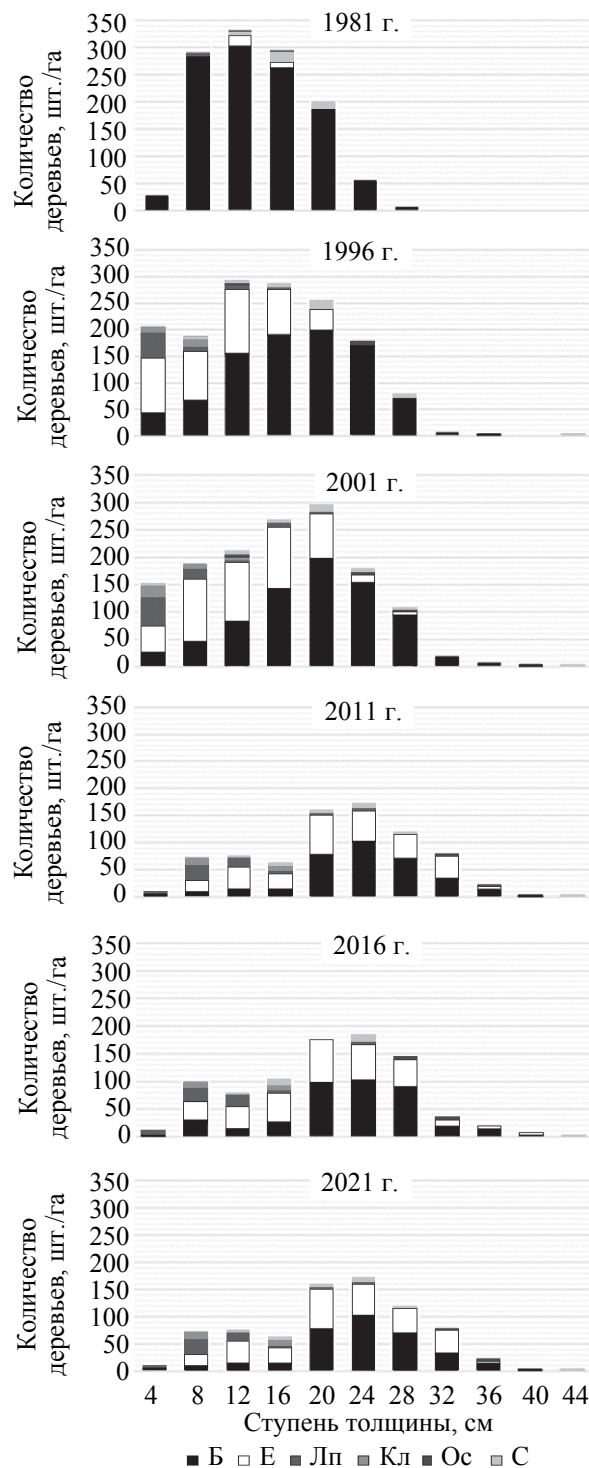


Рис. 6. Динамика распределения деревьев по ступеням толщины на ПП № 19

Современная структура древостоя хорошо видна в распределениях крон по высоте (рис. 6) и деревьев по ступеням толщины (рис. 7). В насаждении четко выражено два яруса. В первом ярусе доминирует береза при значительном участии ели и единичных деревьев осины, сосны, клена и липы (в нижней части). Во втором ярусе – ель при участии клена, липы, березы.



Таксационная характеристика древостоя на ПП № 19

Год	Состав	$D_{\text{ср}}$ , см	$H_{\text{ср}}$ , см	$A$ , лет	Бонитет	Число стволов, шт./га	Сумма площадей, $\text{м}^2/\text{га}$	Запас, $\text{м}^3/\text{га}$
1981	10Б, ед. С, Е, Олс	13,8	18,7	40	1	1292	5,1	180,0
1996	8Б1Е1С + Ос, ед. Кл, Лп, Ол	18,9	23,3	55	1	1496	33,12	378,6
2001	8Б1Е1С + Ос, ед. Кл, Лп	20,6	24,7	60	1	1420	36,74	429,4
2011	7Б3Е + Лп, С, Ос, ед. Кл	22,9	26,5	70	1	1052	38,23	464,3
2016	6Б4Е + Лп, С, Ос, ед. Кл	24,5	27,4	75	1	900	37,39	460,8
2021	1 ярус: 6Б4Е + Лп, С, Кл, ед. Ос	26,9	29,7	80	1	696	38,40	493,6
	2 ярус: 6Е2Лп1Б1Ряб + Кл, С	11,5	11,7	—	—	140	1,35	8,9
	Итого					836	39,75	502,5

Состав подроста в насаждении 6Ос1Лп1Кл1Б1Е при общей численности 950 шт./га. Это связано с наличием сомкнутого второго яруса ели и подлеском из лещины (сомкнутость 36%). При этом почти весь мелкий подрост представлен осинкой и березой, а крупный (300 шт./га) – равномерно представлен осинкой, липой, кленом и елью.

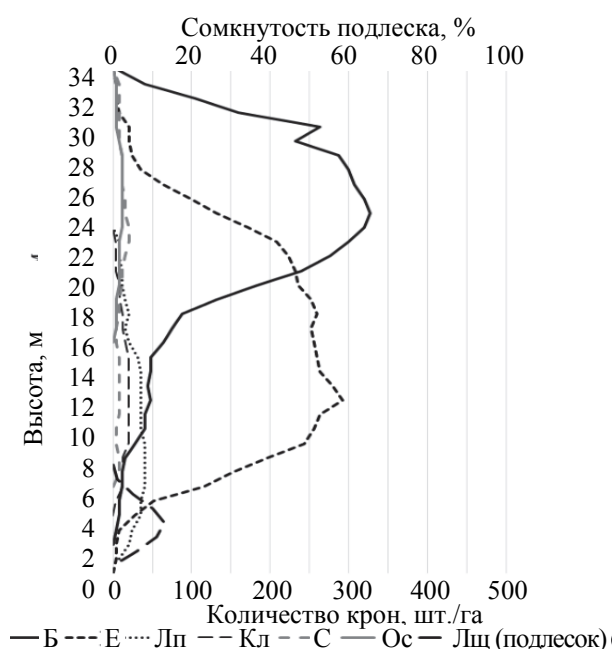


Рис. 7. Распределение крон деревьев по высоте в древостое и сомкнутости подлеска на ПП № 19 в 2021 г.

Изменения в распределении деревьев по ступеням толщины и структура подроста показывают, что ель продолжает из-под полога выходить в первый ярус, а в составе нижнего яруса древостоя увеличивается доля широколиственных пород, в особенности липы. Если тенденция изменения запасов сохранится, то через 15 лет запасы ели и березы сравняются. Полное трансформирование в ельник произойдет только после превышения доли ели над березой в первом ярусе, а это произойдет еще через одно десятилетие. При этом постепенный выход липы и клена в первый ярус древостоя создает в перспективе предпосылки для увеличения в насаждении доли широколиственных пород.

**Заключение.** Динамика структуры лесов на территории Березинского биосферного заповедника последние 60 лет обусловлена естественными процессами. В то же время происхождение повислоберезовых лесов связано в большинстве случаев с предшествующей хозяйственной деятельностью. Они появились после интенсивных рубок леса в 1950-х годах или на месте заброшенных сельскохозяйственных земель [6]. В настоящее время здесь наблюдаются демулационные процессы, в ходе которых идет восстановление коренных еловых, широколиственных или елово-широколиственных лесов.

Установлено, что основной период распада повислоберезовых насаждений на наиболее благоприятных для березы почвах (орляковый и кисличный типы леса) в естественных условиях приходится на возраст 120–130 лет, а не 80–100, как принято обычно считать.

При этом отмечены единичные насаждения березы повислой возрастом старше 130 лет. В то же время открытым остается вопрос о возрасте распада березняков, произрастающих в менее богатых типах леса: черничных и мшистых.

В высоковозрастных повислоберезовых лесах наиболее широко распространена классическая смена березы на ель, которая появляется либо одновременно с березой, либо спустя одно-два десятилетия под ее пологом. В древостоях старше 50 лет обычно хорошо выражено два яруса.

В первом ярусе доминирует береза, а во втором ель. В березняках кисличных в составе древостоев и подроста появляются клен и липа. Причем их доля в составе нижних ярусов увеличивается со временем, что создает предпосылки для восстановления елово-широколиственных лесов через стадию еловых лесов.

Березинский биосферный заповедник является уникальным объектом для исследования естественной динамики лесных фитоценозов. Многолетний заповедный режим позволяет установить закономерности естественных процессов, которые ведут к формированию устойчивых коренных сообществ, что может быть использовано при разработке мероприятий по ведению лесного хозяйства в условиях климатических изменений.

### Список литературы

1. Юркевич И. Д. Березовые леса Беларуси: типы, ассоциации, сезонное развитие и продуктивность. Минск: Наука и техника, 1992. 183 с.
2. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь от 01.01.2016. Минск: РУП Белгослес, 2016. 90 с.
3. Федорович Л. В., Ивкович В. С., Лабоха К. В. Динамика лесоводственно-таксационных показателей березняка орлякового в заповедной части ГПУ «Березинский биосферный заповедник» // Труды БГТУ. 2013. № 1: Лесное хоз-во. С. 111–113.
4. Лабоха К. В. Лесоведение. Минск: БГТУ, 2018. 264 с.
5. Гельтман В. С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1982. 326 с.
6. Трансформация экосистем Березинского биосферного заповедника в XX веке / М. В. Ермохин [и др.] // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. Минск, 2017. Вып. 12. С. 22–31.

### References

1. Yurkevich I. D. *Berezovyye lesa Belarusi: tipy, assotsiatsii, sezonnoye razvitiye i produktivnost'* [Birch forest of Belarus: types, associations, seasonal development and productivity]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1992. 183 p. (In Russian).
2. *Gosudarstvennyy lesnoy kadastr Respubliki Belarus' na 01.01.2016* [State Forest Cadaster of the Republic of Belarus, 01.01.2016]. Minsk, Belgosles Publ., 2016. 90 p. (In Russian).
3. Fedorovich L. V., Ivkovich V. S., Labokha K. V. Dynamics of silvicultural and taxation parameters of bracken birch forest in strict protection part of the Berezinsky Biosphere Reserve. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2013, no. 1: Forestry, pp. 111–113 (In Russian).
4. Labokha K. V. *Lesovedeniye* [Forest science]. Minsk, BGTU Publ., 2018. 264 p. (In Russian).
5. Geltman V. S. *Geograficheskiy i tipologicheskiy analiz lesnoy rastitel'nosti Belorussii* [Geographical and typological analysis of forest vegetation in Belarus]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1982. 326 p. (In Russian).
6. Yermokhin M. V., Ivkovich V. S., Dudkina L. A., Zimnitskiy V. A. Transformation of ecosystems of the Berezinsky Biosphere Reserve in XX cent. *Osobo okhranyayemye prirodnnyye territorii Belarusi. Issledovaniya* [Specially protected natural territories of Belarus. Research]. Minsk, 2017, vol. 12, pp. 22–31 (In Russian).

### Информация об авторах

**Старикова Лилия Ивановна** – младший научный сотрудник лаборатории экологии леса и дендрохронологии. Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси (220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, Республика Беларусь). E-mail: liliya.star18@gmail.com

**Ермохин Максим Валерьевич** – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией экологии леса и дендрохронологии. Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси (220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, Республика Беларусь). E-mail: maxim.yermokhin@gmail.com

**Ивкович Валерий Семёнович** – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора. Березинский биосферный заповедник (211188, Лепельский р-н, Витебская область, дер. Домжерицы, ул. Центральная, 3, Республика Беларусь). E-mail: valery.ivkovich@tut.by

**Зимницкий Вадим Антонович** – научный сотрудник. Березинский биосферный заповедник (211188, Лепельский р-н, Витебская область, дер. Домжерицы, ул. Центральная, 3, Республика Беларусь). E-mail: zimnitskiyadim@rambler.ru

### Information about the authors

**Starikova Liliya Ivanovna** – Junior Researcher, the Laboratory of Forest Ecology and Dendrochronology. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus (27, Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: liliya.star18@gmail.com

**Yermokhin Maxim Valer'evich** – PhD (Biology), Head of the Laboratory of Forest Ecology and Dendrochronology. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus (27, Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: maxim.yermokhin@gmail.com

**Ivkovich Valery Semenovich** – PhD (Agriculture), Deputy Director of the Berezinski biosphere reserve (3, Centralnaya str., 211188, Domzherithy, Lepelski district, Vitsebski region, Republic of Belarus). E-mail: valery.ivkovich@tut.by

**Zimnitski Vadim Antonovich** – Researcher. the Berezinski biosphere reserve (3, Centralnaya str., 211188, Domzherithy, Lepelski district, Vitsebski region, Republic of Belarus). E-mail: zimnitskiyadim@rambler.ru

Поступила 12.04.2022