

## Характеристика структуры семейства березовых насаждений

А.Л. Гребенюк<sup>1a</sup>, А.Г. Матвеева<sup>2b</sup>

<sup>1</sup> Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

<sup>2</sup> Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская, 136, Хабаровск, Россия

<sup>a</sup> as17vl@list.ru, <sup>b</sup> matagmat@mail.ru

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4816-0930>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0015-7481>

Статья поступила 18.01.2023, принята 15.02.2023

*Структура древостоя является важнейшим фактором роста и создания благоприятных условий для произрастания сопутствующих пород деревьев в сложившихся природных условиях. Совместное произрастание различных пород деревьев зачастую дополняет и улучшает естественную устойчивость к отрицательным природным и антропогенным факторам, однако некоторые породы, угнетая друг друга, создают низкопродуктивные насаждения. В результате необходимо рассматривать биофизическое, биотрофное, аллелопатическое, физиологическое и механическое взаимодействие пород, которые, с одной стороны, выступают активаторами, а с другой — ингибиторами жизненных процессов. Данное взаимодействие также необходимо рассматривать в смешанных сложных или простых древостоях с богатыми или бедными лесорастительными условиями различной степени увлажнения. В большей степени современные эксплуатационные участки леса, пройденные хозяйственной деятельностью, эффективнее всего восстанавливаются листовыми породами (березой, осиной и др.). Следует отметить, что динамика вторичных лесов в естественных условиях произрастания для различных территорий недостаточно исследована и требует дополнительного изучения характера структуры древостоев, в том числе и с учетом возрастной характеристики. В данной работе сделана попытка проанализировать структуру и состав березовых насаждений согласно предложенной методике на основе лесов, располагающихся в Прибайкальском районе Республики Бурятия. Предложенная методика исследования позволяет анализировать чистые и сопутствующие породы в смешанных простых и сложных древостоях. Рассмотрена возрастная характеристика с учетом среднего класса бонитета, позволяющая учесть средние условия произрастания в каждой возрастной группе древостоя. Рассчитан ход роста древостоя, показывающий интенсивность физиологических процессов, скорость роста и развития.*

**Ключевые слова:** березовые насаждения; сопутствующие древесные породы; хозяйственные части; площадь; запас древостоя.

## Description of birch plantings family structure

A.L. Grebenyuk<sup>1a</sup>, A.G. Matveeva<sup>2b</sup>

<sup>1</sup> Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

<sup>2</sup> Pacific State University; 136, Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russia

<sup>a</sup> as17vl@list.ru, <sup>b</sup> matagmat@mail.ru

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4816-0930>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0015-7481>

Received 18.01.2023, accepted 15.02.2023

*The structure of the stand is the most important factor in the growth and creation of favorable conditions for the growth of related tree species in the prevailing natural conditions. The joint growth of various tree species often complements and improves the natural resistance to negative natural and anthropogenic factors, however, some species, oppressing each other, create low-productive plantings. As a result, it is necessary to consider the biophysical, biotrophic, allelopathic, physiological and mechanical interaction of species, which on the one hand act as activators on the other as inhibitors of vital processes. This interaction should also be considered in mixed complex or simple stands with rich or poor forest conditions of varying degrees of moisture. To a greater extent, modern operational areas of the forest, traversed by economic activity, are most effectively restored by hardwoods (birch, aspen, etc.). It should be noted that the dynamics of secondary forests in natural growing conditions for various territories has not been sufficiently studied and requires additional study of the nature of the structure of stands, taking into account age characteristics. In this paper, an attempt is made to analyze the structure and composition of birch plantations according to the proposed methodology based on forests located in the Baikal region of the Republic of Buryatia. The proposed research methodology makes it possible to analyze pure and related species in mixed simple and complex stands. The age characteristic is considered taking into account the average class of the bonita, which allows taking into account the average growing conditions in each age group of the stand. The course of growth of the stand is calculated, showing the intensity of physiological processes, the rate of growth and development.*

**Keywords:** birch plantations; associated tree species; economic parts; area, stock of stand.

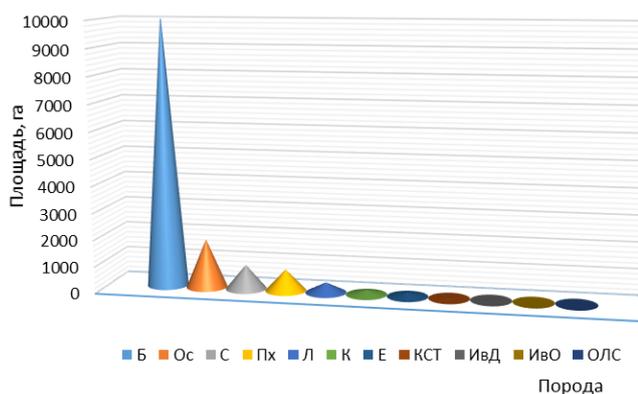
**Введение.** В смешанных лесах структура преобладающей (целевой) породы в пределах лесного фонда крайне разнообразна по составу древесных пород. Дан-

ные породы, взаимодействуя между собой, создают как благоприятные, так и отрицательные условия произрастания, что влияет на их продуктивность. При веде-

нии лесного хозяйства применяется единая система лесоводственно-технических расчетов, поэтому каждый отдельный таксационный выдел не может быть объектом организации лесохозяйственных и лесоэксплуатационных мероприятий. В то же время, на этапах формирования хозяйственных целей создаются самостоятельные организационно-хозяйственные единицы, называемые хозяйственными частями, которые позволяют выделять совокупность насаждений и других категорий земель лесного фонда, территориально обособленных, но объединенных в одно целое общим хозяйственным назначением, одинаковым направлением, режимом и интенсивностью лесного хозяйства и лесоэксплуатации, а также однородными экономическими условиями. В данной работе под хозяйственной частью понимаются березовые насаждения, имеющие преобладающие запасы на таксационных выделах и являющиеся первым (основным) ярусом согласно таксационным данным лесоустройства.

**Характеристика района исследования.** Объектом исследования является анализ территории восточной части озера Байкал, имеющей высокогорный рельеф с различными типами лесных почв в зависимости от яруса, почвенно-грунтовых условий их увлажнения и наличия питательных веществ. Относительно лесорастительных зон и районов Российской Федерации [3] площадь рассматриваемой территории относится к Южно-Сибирской горной зоне Байкальского горного лесного района.

Березовые древостои распространены на 14 525,6 га с расчетным запасом 1 566 941 м<sup>3</sup> сырорастающего леса с полнотой 0,66, классом товарности 2,99, расположенные в среднем классе бонитета 3,11, средней высотой древостоя 16,9 м, средним диаметром 18,87 см и средним возрастом 63,88 лет.



**Рис. 1.** Характеристика площадей березовой хозяйственной части

Представленная на графике характеристика показывает наличие сопутствующих пород в березовой хозяйственной части (березовые древостои различного видового состава (*Betula pendula* Ehrh.)), что свидетельствует о наличии смешанных древостоев. Присутствие данных пород согласно таксационным формулам составляет до 5 единиц осина (тополь дрожащий (*Populus tremula* L.)), до 4 единиц сосна (сосна обыкновенная (лесная) (*Pinus sylvestris* L.)), лиственница (лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.)), пихта (пихта сибирская

(*Abies sibirica* Ledeb.)), до 3 единиц ель (ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.)), ивовые (Salicaceae), до 2 единиц кедр (сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour)) и кедровый стланик (*Pinus pumila* Pallas, Regel), до единицы ольха серая (*Alnus incana*).

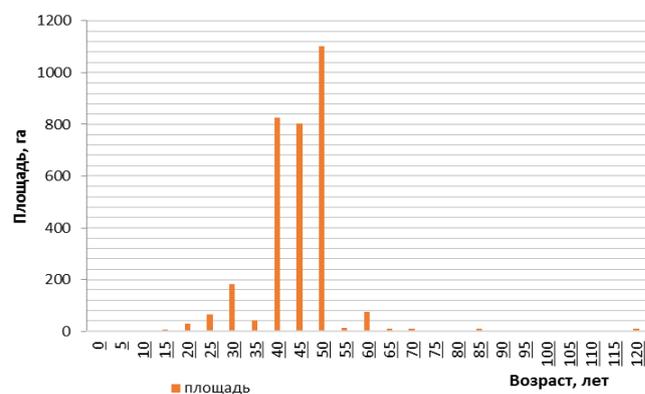
**Методика исследования.** Березовые насаждения предлагается проанализировать по чистым древостоям, по древостоям с примесью, не имеющей значительных запасов, и по древостоям сопутствующих пород. Анализ чистых березовых древостоев с таксационной формулой 10Б следует рассмотреть по возрасту, запасу, бонитету и полноте, а также произвести расчет показателей запаса на гектаре исходя из возраста древостоя. Следующий анализ березовых насаждений проводится с включением древостоев, имеющих в таксационной формуле плюсовое значение (пример 10Б+Ос+С+Л). Исследование показателей производится аналогично чистым древостоям. Затем следует произвести анализ сопутствующих пород по площади убывания в смешанных березовых насаждениях по основным исследуемым показателям.

Принимая за основу приведенную методику, рассмотрим в отдельности структуру березовой хозяйственной части в исследуемых территориях.

**Основные результаты исследования.** Характеристика березовой хозяйственной части с учетом проведенного исследования показала следующие результаты.

Площадь чистых древостоев с таксационной формулой 10Б равна 3 194,9 га, что составляет 21,99 % от общей площади березовой хозчасти, или 31,20 % от площади березовых древостоев. По запасу процент от общего рассматриваемого запаса составляет 10,64, или 16,65 % от запаса березовых древостоев.

Возрастная структура представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Возрастная характеристика чистых березовых насаждений

Первое появление чистых насаждений просматривается в 15-летней возрастной характеристике исследуемых древостоев. Максимальные значения площадей представлены в возрасте от 40 до 50 лет, или, согласно показателю абсолютных лет произрастания, данный период составляет с 1968 по 1978 гг. Дальнейшие периоды представлены незначительными площадями и не во всех возрастных промежутках. Для оценки запаса рассмотрим график хода роста чистых березовых древостоев.

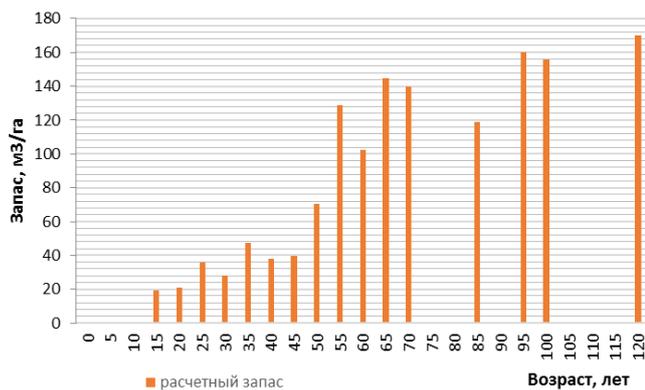


Рис. 3. Запас породы на гектаре

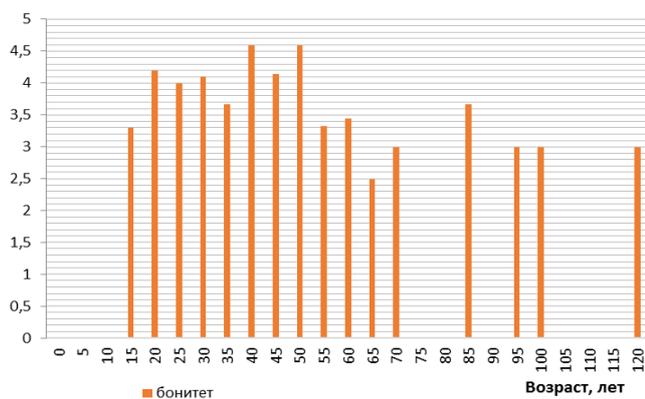


Рис. 4. Возрастная характеристика древостоя по бонитету

Показатели хода роста древостоя в целом согласуются с характеристикой средних показателей классов бонитета, которая определяет условия и степень благоприятного произрастания древостоя. В период возраста с 15 до 50 лет характеристика запасов является незначительной, что отражает средний бонитет, который стремится к нижней его границе. Остальные периоды находятся в районе среднего 3-го класса бонитета, что проявляется в повышении запасов на гектаре для соответствующих спелых и перестойных древостоев.

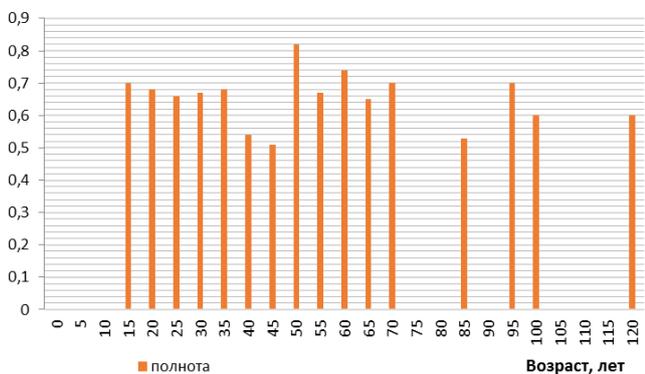


Рис. 5. Полнота древостоя

Средняя полнота древостоя, представленная в зависимости от возрастной характеристики, показывает наличие высокополнотных березовых чистых древостоев. Данный показатель снижен только в трех воз-

растных периодах: 40-, 45-, 85-летнем, которые можно отнести к среднеполнотным древостоям.

В целом чистые древостои березовых насаждений являются значительными по площади — более 20 %, что позволяет планировать их эксплуатацию при достижении периода спелости древостоя.

Березовые насаждения с включением древостоев, имеющих в таксационной формуле плюсовые породы, распространены крайне незначительно и занимают 2,47 % от общей площади березовой хозчасти, или 3,50 % от площади березовых древостоев. По запасу процент от общего рассматриваемого запаса составляет всего 2,85, или 4,46 % от запаса березовых древостоев.

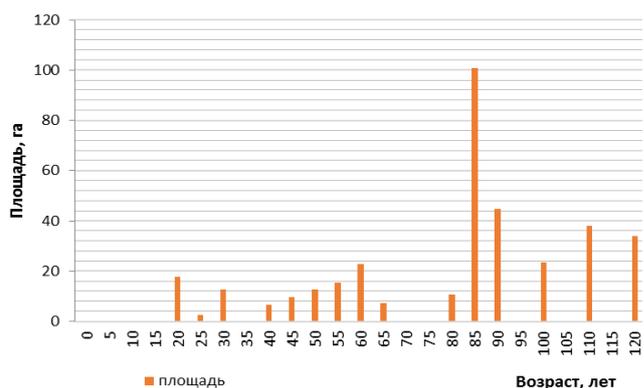


Рис. 6. Возрастная характеристика березовых насаждений с таксационными плюсовыми породами

Незначительная площадь данных древостоев существенно раздроблена по возрастной характеристике, что отражено на графике зависимости. Наибольшая площадь представлена в возрасте 85 лет, датируется 1933 г. и занимает четвертую часть от данных рассматриваемых участков.

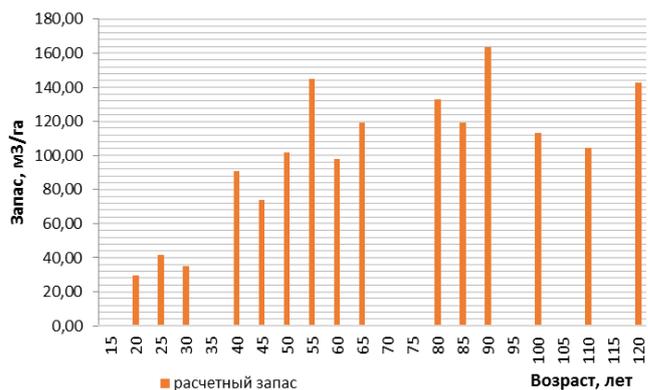


Рис. 7. Запас породы на гектаре

Характеристика запасов на гектаре показывает неравномерную динамику хода роста древостоя ввиду сложных почвенно-грунтовых условий, наличия небольших запасов питательных веществ и повышенного увлажнения. Средний максимальный запас древостоя в данных условиях является незначительным и составляет 160 м³/га.

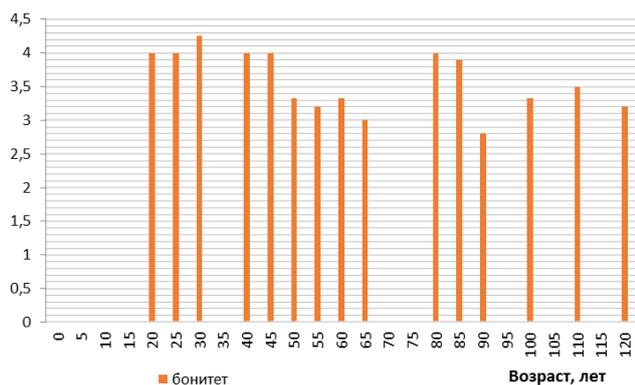


Рис. 8. Возрастная характеристика древостоя по бонитету

Бонитетная характеристика показывает в основном расположение древостоев в возрастном периоде в 3-м и ниже классе бонитета, что сказывается на характеристиках среднего запаса насаждений.

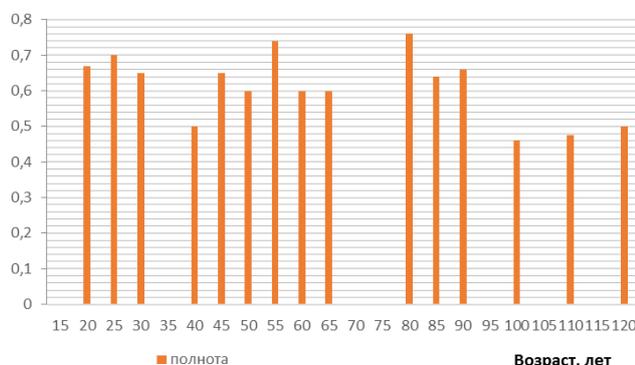


Рис. 9. Полнота древостоя

Полнота древостоя является крайне неравномерной по возрастной структуре. В целом полнота снижается к перестойному возрасту исследуемого древостоя.

В дальнейшем рассмотрим вторичные породы, встречаемые в березовой хозяйственной части, по уменьшению их присутствия по площади и запасу.

Наибольшая площадь, занятая вторичной породой в березовой хозяйственной части, относится к осиновым насаждениям, имеющим 12,56 % от общей площади рассматриваемой хозяйственной части, или 15,78 % от соответствующего запаса.

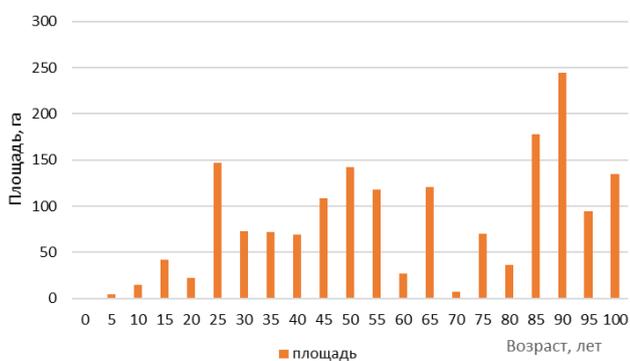


Рис. 10. Возрастная характеристика осинового насаждения

Возрастная характеристика осинового сопутствующих насаждений показывает присутствие данной породы в каждом возрастном периоде. Площади молодня-

ков имеют незначительное присутствие. Существенное увеличение имеет возраст 25 лет, далее последующие периоды обладают некоторым ростом по площади. Запасы насаждений на гектаре, занятые данной породой, исходя из возрастных периодов, сгруппированы на графике зависимости.

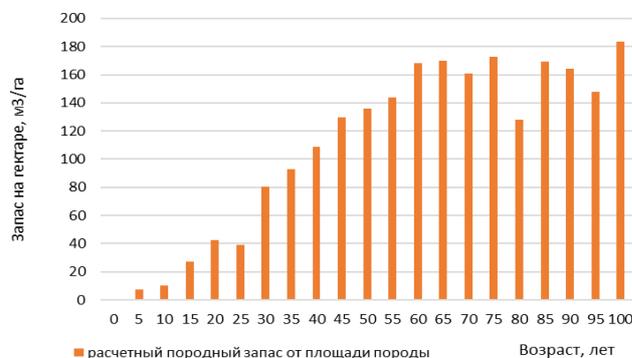


Рис. 11. Запас породы на гектаре

Расчетный запас на гектаре осинового насаждения показывает тренд равномерного роста до 60-летнего возраста, после которого происходит резкое снижение его роста. Экстремум представленной динамики роста приходится на возраст 75 лет, после чего запас на корню сырорастающего леса снижается. Единственный период, выходящий за пределы естественного роста, составляет 100 лет.

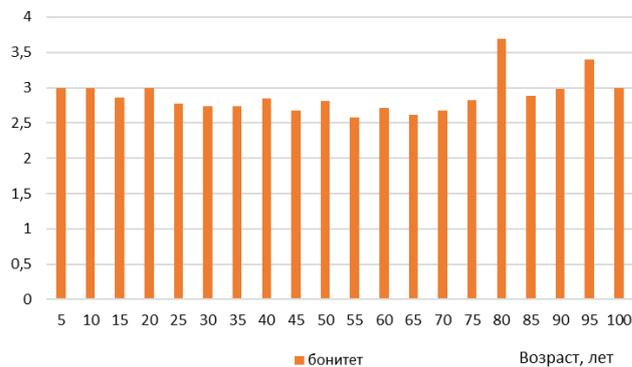


Рис. 12. Возрастная характеристика древостоя по бонитету

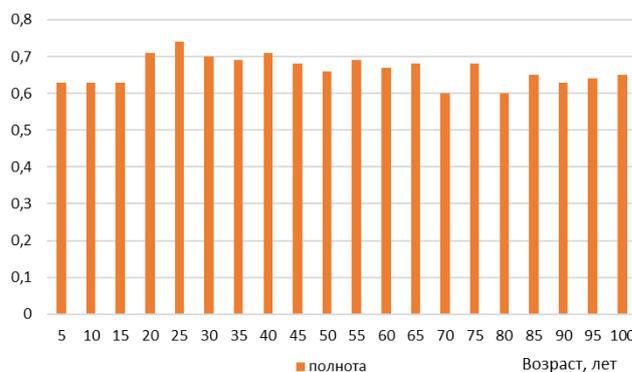


Рис. 13. Полнота древостоя

На рассматриваемой территории таких участков 82 выдела, при этом общий их запас составляет 24 700 м<sup>3</sup>. Средний возраст всего осинового древостоя со-

ставляет 67,71 год, класс бонитета равен 2,85 с полной древостоя 0,66.

Второй по распространению породой является сосна обыкновенная, площадь которой составляет 6,28 % от общей рассматриваемой площади хозяйств и 8,64 % от общего запаса. Возрастная структура по площади представлена на рис. 14.

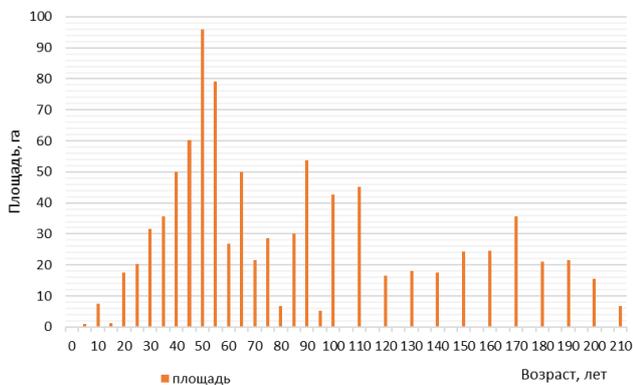


Рис. 14. Возрастная характеристика сосновых насаждений

Возрастная характеристика сосновых сопутствующих насаждений показывает присутствие в данной породе разновозрастных древостоев, от молодняков до перестойных 200-летних. Основным периодом появления в березовых насаждениях составляет 10-летний и последующие периоды. Наибольший рост площадей приходится на период с 20- до 50-летнего возраста, в последующем идет некоторое снижение площадей ввиду эксплуатации данных древостоев, а также естественного снижения основной породы и появления на месте отпада новых сопутствующих пород. В старовозрастных сосновых насаждениях происходит обратная сукцессия, т. е. появление березовых преобладающих насаждений в общей структуре данных участков леса.

Средние показатели сосны обыкновенной составляют 77,88 лет при 2,81 классе бонитета и 0,67 полноты древостоя. Характеристика запасов на гектаре представлена на рис. 15.

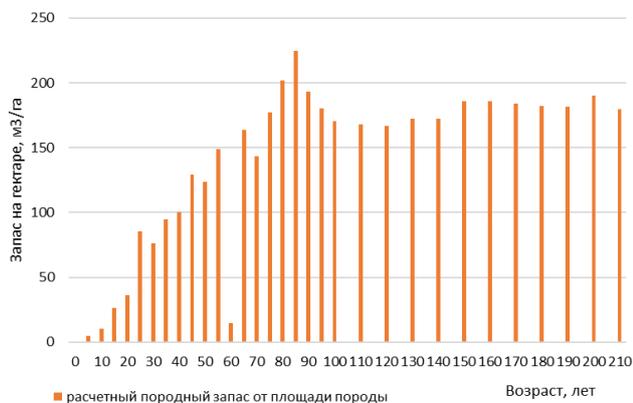


Рис. 15. Запас породы на гектаре

Запас на гектаре имеет явную тенденцию к росту до 85-летнего периода. Данная динамика схожа с увеличением запасов основного березового древостоя, рост ко-

торого идет до 75-летнего возраста. Снижение запасов в приспевающем, спелом и перестойном возрасте связано с эксплуатацией спелых березовых насаждений.

Следующая по площади распространения порода — пихта, ее процент от площади составляет 5,55, или 5,61 % по запасу.

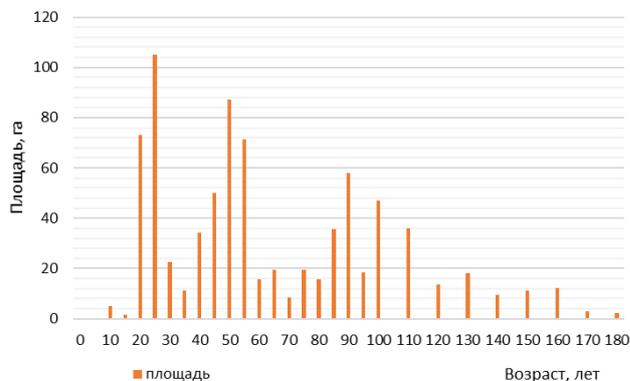


Рис. 16. Возрастная характеристика пихтовых насаждений

Возрастная структура по образованию в березовой хозяйстве неравномерна, основной период формирования приходится на 20-летний возрастной период, при этом просматривается динамика роста и снижения площадей по возрасту. В старовозрастных древостоях площади пихтовых значительно снижены, поскольку в них в полной мере происходит рост березовой хозяйственной части. Потенциальный возраст эксплуатации березовых древостоев приходится на возраст приспевающих и спелых пихтовых насаждений.

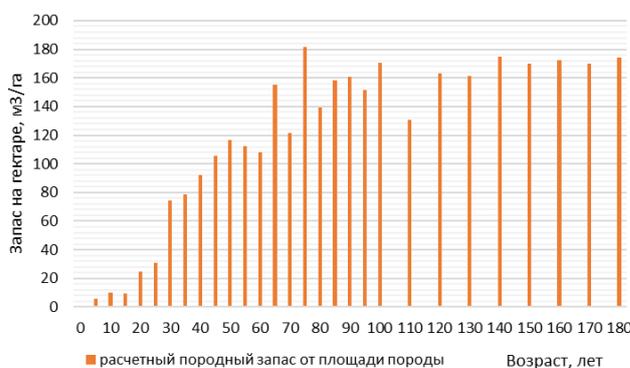
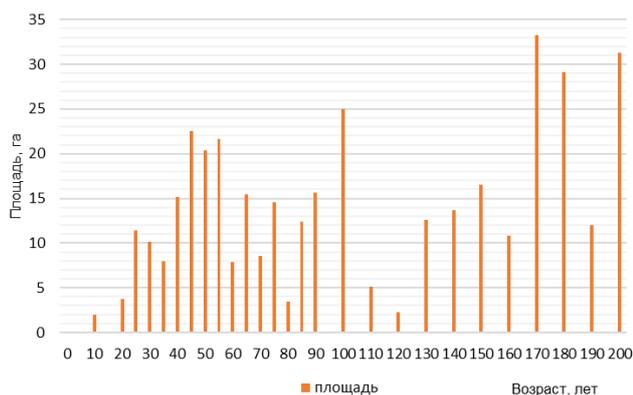


Рис. 17. Запас породы на гектаре

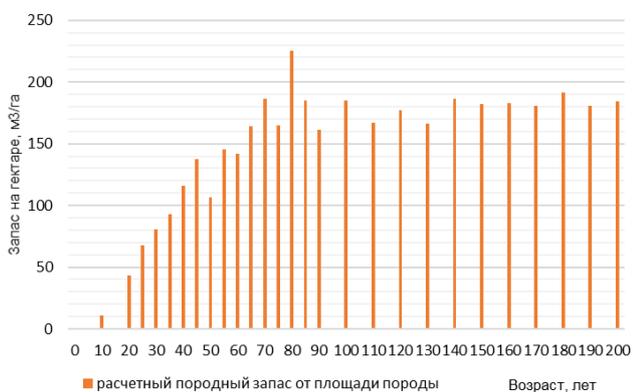
Динамика запаса на гектаре пихтовых насаждений показывает рост до 100-летнего возраста. Как было отмечено выше, достигнув предельного возраста спелости березового древостоя, пихта в целом достигает среднего полноценного запаса на гектаре, что позволяет рекомендовать эксплуатацию данных древостоев, сохраняя при этом хороший потенциал выхода ликвидной древесины. Средний возраст пихтовых составляет 71,79 лет, бонитет 3,09 с полной древостоя 0,65.

Четвертой лесообразующей породой, произрастающей в преобладающей рассматриваемой породе, является лиственница, имеющая 2,65 % распространения по площади и занимающая 3,88 % запаса.



**Рис. 18.** Возрастная характеристика лиственных насаждений

Лиственные древостои по возрасту представлены во всех возрастных периодах, при увеличении возраста спелости березовых насаждений площадь лиственных древостоев возрастает, о чем свидетельствует представленный график зависимости. Период эксплуатации березовых насаждений совпадает со снижением площадей лиственных насаждений. В старовозрастных насаждениях лиственных пород наблюдается хорошее воспроизводство березовой породы, которое создает условие перехода в преобладающие березовые насаждения.

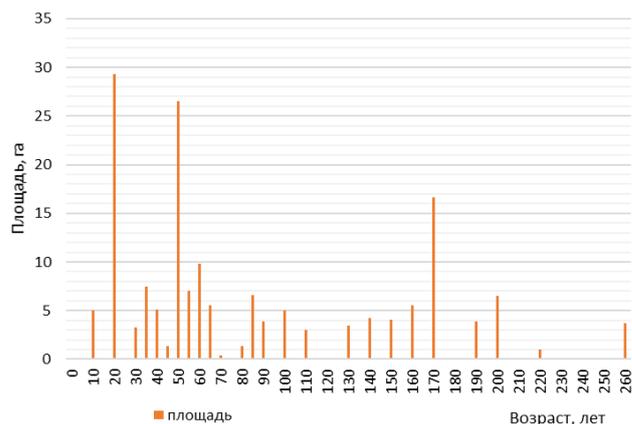


**Рис. 19.** Запас породы на гектаре

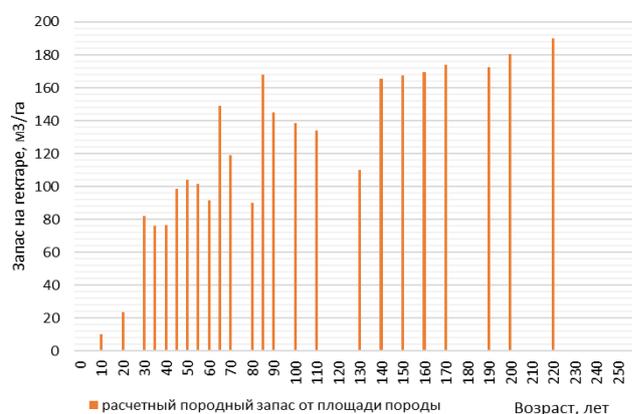
Интенсивный рост запаса на гектаре формируется до 80-летнего возраста, после чего увеличение запаса сокращается. Лиственные древостои имеют средний возраст 97,19 лет с наивысшим средним классом бонитета 2,76 и полнотой 0,67. Данная порода является привлекательной для лесопользователей, которые выбирают ее для окупаемости своей хозяйственной деятельности ввиду высокой ликвидности на рынке.

Очередная сопутствующая порода, являющаяся наиболее ценной, — сосна кедровая. Она распространена на 1,17 % площади березовых насаждений с 1,18 % от общего запаса березовой хозчасти.

На рис. 20 возрастная структура кедр в березовой хозяйственной части имеет неустойчивое распространение. Отдельные возрастные периоды имеют значительные площади, занятые породой, другие периоды показывают полное их отсутствие.



**Рис. 20.** Возрастная характеристика насаждений



**Рис. 21.** Запас породы на гектаре

Кедровые насаждения по запасу на гектаре в условиях преобладающей березовой породы показывают неравномерный прирост запаса, однако в отличие от рассмотренных выше сопутствующих пород имеют постепенный рост по всему периоду рассматриваемого роста древостоя. Появление кедровой породы в возрастной структуре определяется 10-ю годами, что говорит о создании определенных условий для воспроизводства данной породы. В то же время, полное отсутствие породы в возрастной структуре определяется 15, 25, 75 и 95 годами в структуре березовых насаждений. Старшие возрасты кедровых насаждений в структуре рассматриваемой хозчасти сохраняются как первичная материнская сукцессия, в которой из-за различных природных и антропогенных факторов появляется вторичная березовая сукцессия, формирующая преобладающий древостой в выделе. Средний показатель возраста кедровых составляет 104,45 лет, являясь наивысшим средним показателем возраста в березовой хозчасти. Бонитет 3,2 с наименьшим средним показателем полноты 0,64 среди рассматриваемых лесообразующих пород.

Наименьший показатель распространения в исследуемых древостоях среди экономически востребованных пород на рассматриваемом участке участкового лесничества имеют еловые насаждения. Еловые породы занимают 1,03 по площади и 0,95 % по запасу от общей площади рассматриваемых территорий исследования.

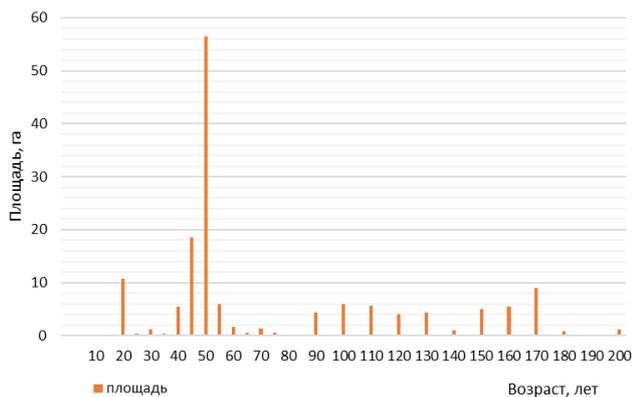


Рис. 22. Возрастная характеристика насаждений

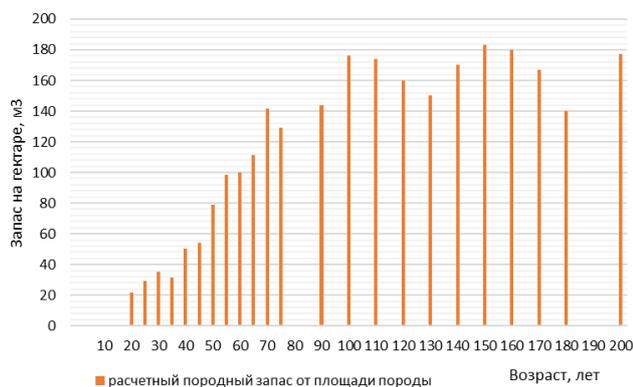


Рис. 23. Запас породы на гектаре

Рассматривая возрастную структуру данного древостоя, следует отметить, что появление в березовой хозчасти ельников определяется 20-летним возрастом. Данная порода показывает совсем незначительные площади распространения, которые увеличиваются в основном в средневозрастных березовых древостоях. Незначительные площади и запасы старовозрастных насаждений, как и у других хвойных пород, сохраняются в незначительных объемах как первичная материнская порода.

Ход роста относительно запаса на гектаре показывает устойчивую динамику повышения запаса до 100-летнего возраста. Дальнейшие периоды имеют неоднозначную динамику ввиду эксплуатации хвойных на территории участкового лесничества. Средний возраст еловых насаждений составляет 82,45 лет с полнотой 0,67 и наименьшим средним классом бонитета 3,66.

Дополняющие естественный фонд преобладающих березовых насаждений в четырех выделах представлены следующими породами: ива древовидная и белая, ольха серая и кедровый стланик.

**Заключение.** Итогом данного исследования является потенциальная характеристика березовой хозчасти на рассматриваемом участке. В целом следует отметить, что основная хозяйственная порода березовой хозчасти занимает 70,48 %, в том числе чистые площади пород — 3 194,9 га, с запасом 167 100 м<sup>3</sup>.

Характер показателей по количеству выделов (рис. 24) в среднем демонстрирует незначительное превышение основных лесообразующих сопутствующих пород к березовой породе. В то же время, как бы-

ло отмечено, незначительные территории охвачены хвойными кедровыми породами.



Рис. 24. Количество выделов, попавших в представленный анализ исследования

Средние показатели запаса на гектаре соответствующих пород в общей попородной структуре представлены на рис. 25.

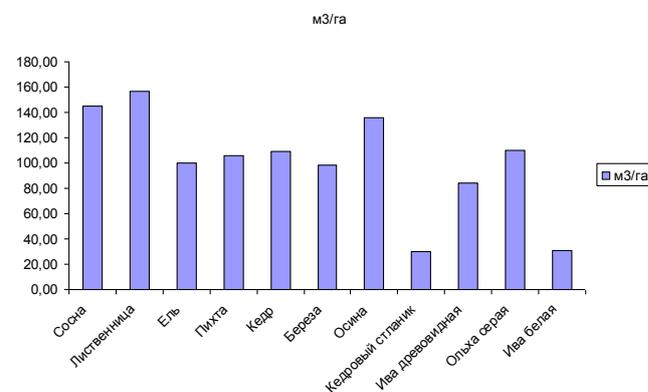


Рис. 25. Характеристика запасов основных лесообразующих пород на гектаре в березовых насаждениях

Попородная характеристика запасов на гектаре свидетельствует о незначительной продуктивности древостоев в результате сложившихся естественных условий их произрастания, что негативно сказывается на экономическом потенциале соответствующей лесной площади. Для данных территорий средний показатель запаса составляет 100 м<sup>3</sup>/га, из общего запаса на гектаре по возрастанию выделяются следующие древесные породы: осина, сосна и лиственница. Минимальные показатели по запасу имеют ива белая и кедровый стланик, значения которых составляют 30 м<sup>3</sup>/га.

Смешанные древостои березовой хозяйственной части в большей степени представлены сочетанием березы и осины, что указывает на целесообразность увеличения мероприятий по их эксплуатации, включая выявление устойчивых экономических рынков потребления данных пород, а также необходимость их последующего лесовосстановления хвойными породами. Вторичные хвойные породы в структуре хозчасти имеют крайне незначительные запасы и площади пород до 6,25 % и менее, они представлены различной возрастной структурой. Дальнейший интерес исследования составляет возрастная характеристика совместного произрастания пород на выделе с учетом условий роста.

*Литература*

1. Зиганшин Р.А. Анализ лесотипологической структуры участкового лесничества в высокогорном Прибайкалье // Ботанические исследования в Сибири. Красноярск: РАЕН. Вост.-Сиб. науч. центр Рос. ботан. об-во РАН. Красноярское отд-ние, 2012. Вып. 20. С. 65-69.
2. Зиганшин Р.А. Расчет необходимого объема выборок в древостоях в связи с изменчивостью ведущих таксационных признаков деревьев // Ботанические исследования в Сибири. Красноярск: РАЕН. Вост.-Сиб. науч. центр Рос. ботан. об-во РАН. Красноярское отд-ние, 1999. Вып. 7. С. 105-110.
3. Лесохозяйственный регламент Байкальского лесничества: разработан автономным учреждением Республики Бурятия «Лесресурс», утв. приказом Республиканского агентства лесного хозяйства от 28 сент. 2017 г. № 802. 141 с. // Доступ из справ.- правовой системы «Консультант Плюс».
4. Гребенюк А.Л. Оценка потенциала лесных земель на примере запасов лесообразующих древостоев по классам бонитета с целью оптимальной лесоэксплуатации // Системы. Методы. Технологии. 2019. № 1 (41). С. 112-119.
5. Моложников В.Н. Растительные сообщества Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1986. 272 с.
6. Топчиева Л.В., Ветчинникова Л.В., Малышева И.Е. Оценка генетического разнообразия популяции карельской березы с использованием РАД маркеров // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в экстремальных условиях северного климата. Апатиты, 2008. С. 91-92.
7. Шурова М.Л. Состояние насаждений карельской березы в Республике Карелия // Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды: материалы междунар. конф. (20-24 июня 2001 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. С. 306-309.
8. Aksenov D., Dobrynin D., Dubinin M. Atlas of Russia's Intact Forest Landscapes. Moscow: International Socio-Ecological Union; Washington DC: World Resources Institute, 2002. 186 p.
9. Olson D.M., Dinerstein E. 1998. The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions // Conservation Biology. 1998. № 12. P. 502-515.
10. Baillie J.E.M., Hilton-Taylor C., Stuart S.N. IUCN Red List of Threatened Species // A Global Species Assessment. Gland and Cambridge: IUCN, 2004. 217 p.
11. Novicki P., Bennet G., Middleton D., Rientjes S., Walters R. Perspectives on ecological networks // ECNC publications series on Man and Nature. 1996. August. P. 49-59.
12. Miller D.H. The factor of scale: ecosystem, landscape mosaic, and region // In: Sourcebook on the Environment: A Guide to the Literature. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1978. P. 63-88.
13. Jaeger J.A.G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation // Landscape Ecology. 2000. V. 15. P. 115-130.
14. Baldeck C.A., Asner G.P., Martin R.E., Anderson C.B., Knapp D.E., Kellner J.R. (2015). Operational Tree Species Mapping in a Diverse Tropical Forest with Airborne Imaging Spectroscopy. PLoS ONE 10 (7): e0118403.
2. Bergkemper F., Welzl G., Lang F., Krüger J., Schloter M., Schulz S. (2016). The importance of C, N and P as driver for bacterial community structure in German beech dominated forest soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. 179. P. 472-480.
3. Brunet J., Falkengren-Grerup U., Tyler G. (1997). Pattern and dynamics of the ground vegetation in south Swedish Carpinus betulus forests: importance of soil chemistry and management. Ecography 20. P. 513-520.
4. Cardenas E., Orellana L.H., Konstantinidis K.T., Mohn W.W. (2018). Effects of timber harvesting on the genetic potential for carbon and nitrogen cycling in five North American forest eozones. Sci. Rep. 8. P. 1-13.
5. DeAngelis K.M., Pold G., Topçuoğlu B.D., van Diepen L.T.A., Varney R.M., Blanchard J.L. (2015). Longterm forest soil warming alters microbial communities in temperate forest soils. Front. Microbiol. 6:104.
6. Freedman Z., Eisenlord S.D., Zak D.R., Xue K., He Z., Zhou J. (2013). Towards a molecular understanding of N cycling in northern hardwood forests under future rates of N deposition. Soil Biol. Biochem. 66. P. 130-138.
7. Mölder A., Bernhardt-Römermann M., Schmidt W. (2006). Forest ecosystem research in Hainich National Park (Thuringia) first results on flora and vegetation in stands with contrasting tree species diversity. Waldökologie 3. P. 83-99.

*References*

1. Ziganshin R.A. Analysis of the forest typological structure of the district forestry in the high-mountain Baikal region // Botanicheskie issledovaniya v Sibiri. Krasnoyarsk: RAEN. Vost.-Sib. nauch. centr Ros. botan. ob-vo RAN. Krasnoyarskoe otd-nie, 2012. Vyp. 20. P. 65-69.
2. Ziganshin R.A. Calculation of the required volume of samples in stands in connection with the variability of the leading taxational characteristics of trees // Botanicheskie issledovaniya v Sibiri. Krasnoyarsk: RAEN. Vost.-Sib. nauch. centr Ros. botan. ob-vo RAN. Krasnoyarskoe otd-nie, 1999. Vyp. 7. P. 105-110.
3. Forestry Regulations of the Baikal Forestry: razrabotan avtonomnym uchrezhdeniem Respubliki Buryatiya «Lesresurs», utv. prikazom Respublikanskogo agentstva lesnogo hozyajstva ot 28 sent. 2017 g. № 802. 141 p. // Dostup iz sprav.- pravovoj sistemy «Konsultant Plyus».
4. Grebenyuk A.L. Assessment of the potential of forest lands on the example of stocks of forest-forming stands by bonus classes for the purpose of optimal forest exploitation // Systems. Methods. Technologies. 2019. № 1 (41). P. 112-119.
5. Molozhnikov V.N. Plant communities of the Baikal region. Novosibirsk: Nauka, 1986. 272 p.
6. Topchieva L.V., Vetchinnikova L.V., Malysheva I.E. Assessment of the genetic diversity of the Karelian birch population using radar markers // Aktual'nye problemy sohraneniya bioraznoobraziya v ekstremal'nyh usloviyah severnogo klimata. Apatity, 2008. P. 91-92.
2. SHChurova M.L. The state of Karelian birch plantations in the Republic of Karelia // Strukturye i funktsional'nye otkloneniya ot normal'nogo rosta i razvitiya rastenij pod vozdejstviem faktorov sredy: materialy mezhdunar. konf. (20-24 iyunya 2001 g.). Petrozavodsk: KarNC RAN, 2011. P. 306-309.
3. Aksenov D., Dobrynin D., Dubinin M. Atlas of Russia's Intact Forest Landscapes. Moscow: International Socio-Ecological Union; Washington DC: World Resources Institute, 2002. 186 p.
4. Olson D.M., Dinerstein E. 1998. The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions // Conservation Biology. 1998. № 12. P. 502-515.
5. Baillie J.E.M., Hilton-Taylor C., Stuart S.N. IUCN Red List of Threatened Species // A Global Species Assessment. Gland and Cambridge: IUCN, 2004. 217 p.
6. Novicki P., Bennet G., Middleton D., Rientjes S., Walters R. Perspectives on ecological networks // ECNC publications series on Man and Nature. 1996. August. P. 49-59.
7. Miller D.H. The factor of scale: ecosystem, landscape mosaic, and region // In: Sourcebook on the Environment: A Guide to

- the Literature. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1978. P. 63-88.
8. Jaeger J.A.G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation // *Land-scape Ecology*. 2000. V. 15. P. 115-130.
  9. Baldeck C.A., Asner G.P., Martin R.E., Anderson C.B., Knapp D.E., Kellner J.R. (2015). Operational Tree Species Mapping in a Diverse Tropical Forest with Airborne Imaging Spectroscopy. *PLoS ONE* 10 (7): e0118403.
  10. Bergkemper F., Welzl G., Lang F., Krüger J., Schloter M., Schulz S. (2016). The importance of C, N and P as driver for bacterial community structure in German beech dominated forest soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 179. P. 472-480.
  11. Brunet J., Falkengren-Grerup U., Tyler G. (1997). Pattern and dynamics of the ground vegetation in south Swedish *Carpinus betulus* forests: importance of soil chemistry and management. *Ecography* 20. P. 513-520.
  12. Cardenas E., Orellana L.H., Konstantinidis K.T., Mohn W.W. (2018). Effects of timber harvesting on the genetic potential for carbon and nitrogen cycling in five North American forest ecozones. *Sci. Rep.* 8. P. 1-13.
  13. DeAngelis K.M., Pold G., Topçuoğlu B.D., van Diepen L.T.A., Varney R.M., Blanchard J.L. (2015). Longterm forest soil warming alters microbial communities in temperate forest soils. *Front. Microbiol.* 6:104.
  14. Freedman Z., Eisenlord S.D., Zak D.R., Xue K., He Z., Zhou J. (2013). Towards a molecular understanding of N cycling in northern hardwood forests under future rates of N deposition. *Soil Biol. Biochem.* 66. P. 130-138.
  15. Mölder A., Bernhardt-Römermann M., Schmidt W. (2006). Forest ecosystem research in Hainich National Park (Thuringia) first results on flora and vegetation in stands with contrasting tree species diversity. *Waldökologie* 3. P. 83-99.