

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**Казанский государственный аграрный университет
Факультет лесного хозяйства и экологии**

На правах рукописи

Гарипова

Гарипова Раушания Рубиновна

**Сравнительная характеристика роста молодняков
березы и ели различного происхождения
в ГКУ «Арское лесничество» РТ**

35.04.01 Лесное дело

«Лесные культуры, селекция, семеноводство»

Магистерская диссертация

Научный руководитель:

доцент Сингатуллин И.К.

Казань – 2020

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Казанский государственный аграрный университет
Факультет лесного хозяйства и экологии

Допускаю к защите
Врио зав.каф. лесоводства
и лесных культур

А.Р.Мухаметшина

« 10 » декабря 2020г.

«Сравнительная характеристика роста молодняков
березы и ели различного происхождения
в ГКУ «Арское лесничество» РТ

МД.КазГАУ - 35.04.01

Разработал Гарипова Р. Р.

Руководитель Сингатуллин И.К.

Казань – 2020

АННОТАЦИЯ

Аннотация. На 4 объектах проведен пересчет деревьев по породам по ступеням толщины, данные обработаны методами математической статистики. Проанализировано состояние культур ели и березы различного состава и возраста, рост березы естественного происхождения разного возраста и смешения. Выявлены положительные и отрицательные стороны создания культур ели и березы. Даны исследования по росту культур березы, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой.

Annotation. At 4 sites, trees were enumerated by species in steps of thickness, the data were processed by methods of mathematical statistics. The state of spruce and birch crops of various compositions and ages, the growth of natural birch of various ages and mixing were analyzed. The positive and negative sides of the creation of spruce and birch crops are revealed. Research on the growth of birch crops created by planting material with a closed root system is given.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	7
ГЛАВА 2. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	22
2.1. Программа исследований	22
2.2. Объекты исследований	22
2.3. Методы исследований	26
ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОГО РЕГИОНА	29
3.1. Климатическая характеристика	29
3.2. Рельеф, геологическое строение и почвы	30
3.3. Лесорастительные условия	32
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
4.1. Сопоставление исследуемых объектов	51
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59
ПРИЛОЖЕНИЯ	65

Введение

Актуальность темы. Род Береза (*Betula*) – одна из наиболее активных пионерных пород, не будь которой многие лесосеки и не покрытые лесом площади остались бы длительное время не облесенными. Кроме того, по мнению многих исследователей, береза относится к почвоулучшающим породам. Продуктивность березовых древостоев не уступает еловым, а во многих случаях превосходит ее. К тому же оборот рубки в березовых лесах в два раза меньше, чем в хвойных (Абатуров и др., 1982). В настоящее время сильно возросла потребность в древесине березы, в частности, при производстве фанеры. В связи с этим развернулось интенсивное лесопользование в березняках. Причем применяемые способы и технологии рубок не обеспечивают ни воспроизводство березы, ни формирование высокопродуктивных и устойчивых насаждений. Вместе с тем была предложена система ведения хозяйства, направленного на семенную березу, разработаны способы, технологии рубок и возобновления (Краснобаева и др., 2007).

Цель исследований: сравнение семенного и вегетативного возобновления березы и культур ели на территории ГКУ «Арское лесничество».

Задачи исследований:

- изучение лесного фонда ГКУ «Арское лесничество»;
- исследование культур и березы естественного возобновления;
- исследование культур ели;
- подобрать в полевых условиях наиболее характерные участки для закладки пробных площадей;
- заложить пробные площади с проведением в них лесоводственно-таксационных исследований;
- провести обработку полученных результатов.
- сравнить результаты исследований с результатами, полученными при подготовке к защите выпускной квалификационной работы.

Объекты исследований: Объектом исследований № 1 стал участок лесных культур ели обыкновенной, произрастающих с березой естественного происхождения, расположенный в квартале 122 выделе 4 Сурнарского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 1,6 га.

Объектом исследований № 2 стал участок лесных культур березы повислой, расположенный в квартале 89 выделе 7 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 5,6 га. Культуры посадили в 2006 году.

Объектом исследований № 3 стал участок лесных культур березы повислой, расположенный в квартале 64 выделе 10 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 14,8 га. Культуры посадили в 2018 году.

Объектом исследований № 4 стал участок, где произрастает береза естественного происхождения в квартале 88 выделе 7 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 1,9 га. Здесь береза произрастает куртинами.

Научная новизна: в процессе выполнения данной работы было изучено рост и развитие молодняков культуры ели и березы различного происхождения.

Практическая значимость работы: заключается в том, что результаты, полученные в ходе наших исследований, помогают узнать динамику роста культур ели и березы различного происхождения и их преимущества, недостатки и методы создания.

Обоснованность выводов и достоверность результатов исследований: представлено достаточным количеством полевых и лабораторных материалов, собранного и обработанного с использованием современных методов исследований и анализа.

Апробация: результаты исследований были представлены на Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Современные достижения аграрной науки», (Казань, 2020 г.).

Публикации: в сборнике Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Современные достижения аграрной науки», «Состояние и возобновление березы в ГКУ «Арское лесничество», (Казань, 2020 г.) – в печати.

Структура и объем диссертации: диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций. Текстовая часть изложена на 81 страницах, содержит 18 рисунка, 14 таблиц и приложение. Библиографический список включает 52 наименований.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Берёза (лат. *Bétula*) — род листопадных деревьев и кустарников семейства Берёзовые (*Betulaceae*).

Береза повислая распространена почти по всей Европе. По данным Хемпеля и Вильгельма (1889), северная граница ее распространения проходит в Швеции у 65° с.ш. В Норвегии, в прибрежных районах, область естественного распространения ее доходит примерно до 64° с.ш. Искусственные насаждения березы в Норвегии хорошо растут и в еще более северных широтах. В южной Европе береза встречается в Северной Испании, в Северной Португалии, на острове Сицилия, на Аппенинах, Родопских горах и на Кавказе. (Гроздова, 1979г.)

На территории России береза принадлежит к числу наиболее распространённых древесных пород. Общее число видов — около ста^[3] или немного больше^[4]. Многие виды берёзы — широко распространённые и важнейшие лесообразующие породы, в значительной мере определяющие облик и видовой состав лиственных и хвойно-лиственных (смешанных) лесов в умеренной и холодной части Евразии и Северной Америки.

Березовые леса центральной части южной тайги Русской равнины в большинстве своем являются производными, динамически или «сериально» связанными с коренными лесами в основном двух формаций: еловыми лесами преимущественно на суглинистых почвах и сосняками с елью на супесчаных почвах. Благодаря широкому экологическому ареалу видов березы (особенно березы повислой), смена хвойных лесов березняками происходит, практически, во всех экотопах южнотаежных еловых и елово-сосновых лесов. Чистые березовые сосняки бедных и сухих экотопов сменяются березой весьма редко, лишь в виде исключения. При этом они как правило образуют смешанные сосново-березовые низкополнотные древостои, из которых береза сравнительно быстро вытесняется сосной. (Абатуров, 1982.)

Большинство видов берёз — деревья высотой до 30 и даже 45 м, с обхватом ствола до 120—150 см, некоторые виды — кустарники от крупных до мелких, вплоть до стелющихся, едва приподнимающихся над землёй. Все представители рода — однодомные раздельнополые ветроопыляемые (анемофильные) растения^[8].

Берёза относится к рассеяннопоровой, заболонной породе с древесиной белого цвета и небольшим желтоватым или красноватым оттенком. Годичные слои плохо заметны на всех разрезах. Сердцевинные лучи на строго радиальном разрезе видны в виде коротких блестящих пятнышек. Часто встречаются сердцевинные повторения, имеющие вид точек или черточек красновато-бурого цвета, древесина довольно твердая и тяжелая (Боровиков, Уголев, 1989). Сердцевинные лучи узкие, состоят из 1-4 рядов клеток. Они служат для проведения воды и воздуха в горизонтальном направлении по стволу дерева и для откладывания питательных веществ. Сосуды равномерно распределены по годичному слою группами, редко — одиночно. В группах, состоящих из 2-6 сосудов, сосуды располагаются радиально (Амосова, Феклистов, 2009).

Корневая система берёз мощная, в зависимости от вида и условий произрастания либо поверхностная, либо, что чаще, уходит косо вглубь. Стержневой корень проростка отмирает очень быстро, зато боковые корни развиваются мощно и богаты тонкими мочковидными корешками. Берёза растёт медленно только в первые годы. Потом, наоборот, начинает расти быстро, и это обеспечивает ей победу над конкурирующей травянистой растительностью.

Кора у большей части берёз белая, желтоватая, розоватая или красновато-бурая, у некоторых видов серая, коричневая или даже чёрная. Полости клеток пробковой ткани на стволах заполнены белым смолистым веществом — бетулином, который придаёт коре белую окраску^[9]. Внешняя часть — берёста — обычно легко отслаивается лентами. У старых деревьев

нижняя часть ствола нередко покрывается тёмной коркой с глубокими трещинами.

Небольшая доля участия толстостенных клеток в составе годичного слоя коры приводит к ее большей упругости, слабому сдушиванию и накоплению значительного количества слоев с возрастом. Трещины же возникают в местах с наиболее крупными и тонкостенными клетками ранней ткани коры березы.

Ускоренное сдушивание коры и малая ее толщина являются реакциями организма на особо неблагоприятные условия среды, когда слабая камбиальная деятельность деревьев приводит к образованию тонких слоев как древесины, так и покровных тканей стволов, относительно небольшое количество которых сохраняется исходя из необходимости «экономного» расходования ограниченных ресурсов питания. В евтрофных условиях торфяных болот, где недостатка в минеральном питании нет или слабо проявляется, береза образует не только большую массу древесины и адекватно наращивает слои коры, но и сохраняет их в течение более продолжительного периода времени. (Боровикова, 2013.).

Листья у березы повислой треугольно- или ромбически- яйцевидные с широко клиновидным основанием и оттянутой верхушкой; по краям двояко-острозубчатые, гладкие, до 7 см длиной и 4 см шириной, перед опаданием желтеют. Молодые листья и кончики побегов клейкие. Жилкование листовой пластинки совершенное перисто-нервное (перисто-краебежное): боковые жилки оканчиваются в зубцах. (Синандский, 1973).

Наблюдения в природе показывают, что при длительной засухе в условиях затрудненного водоснабжения из почвы имеющихся у березы защитных средств оказывается недостаточно. Ее листья начинают преждевременно засыхать и опадать. Следует отметить, что у березы также имеются морфологические приспособления для использования охлаждающего влияния ветра на листву в виде тонких и повислых длинных облиственных побегов, легко приходящих в движение от ветра, и

удлиненных черешков листьев. Причем, у березы бородавчатой эти приспособления более совершенны, чем у березы пушистой. (Кулагин, 1963.)

Почки попеременные, сидячие, покрытые спирально расположенными, часто клейкими чешуйками; боковые почки немного отстоящие. Количество, расположение и динамика живых почек на дереве определяют последующий рост и формирование его кроны. Почки на дереве сильно различаются размерами (объемом, длиной) и числом листовых примордиев, в них заложенных. Следует выделить два качественно различных типа вегетативных почек: апикальные (верхушечные), завершающие рост побегов всех типов и порядков ветвления, и латеральные (боковые), появляющиеся в пазухах листьев в год их образования и в следующем году прорастающие в побеги (ауксибласты или брахибласты) более высокого порядка. У ауксибластов апикальные почки располагаются на концах годичных побегов и обеспечивают прирост в длину побегов будущего года того же порядка. У березы эти почки иногда к осени усыхают и весной побеги прирастают симподиально из последней сохранившейся почки, которая и становится апикальной (Ермолова и др., 2012).

В кроне березы, наряду с обычными побегами, имеющими ежегодный прирост в длину не менее 1 см, существуют побеги угнетенного роста, которые за год увеличиваются в длину на 1 – 2 мм. Укороченные побеги появляются в кроне березы в условиях затенения или ухудшенного почвенного водно – минерального питания. При улучшении освещения и минерального питания они способны вновь удлиняться на 10 – 15 см в год. (Кулагин, 1963)

Мужские цветки в сложных соцветиях — серёжковидных тирсах — появляются ещё летом на вершинах удлинённых побегов, обычно по 2—3; сначала они стоячие и зелёного цвета, затем постепенно буреют. Их длина 2—4 см. Мужские серёжки состоят из многочисленных сросшихся с центральным цветочным стержнем щитовидных стебельчатых покровных чешуек, расширенных к вершине, снабжённых снизу двумя меньшими

чешуйками и содержащих с внутренней стороны 3 цветка. Каждый цветок покрыт также чешуевидным околоцветником, в котором помещаются органы оплодотворения — тычинки. Снаружи вся серёжка покрыта непроницаемым для влаги смолистым веществом. В таком виде серёжки зимуют. Весной, в марте — мае (в зависимости от климата) стержень мужской серёжки удлиняется, вследствие чего окружающие цветок чешуйки раскрываются, и между ними становятся заметными жёлтые тычинки, обильно выделяющие цветочную пыльцу. В это время серёжки, стоявшие раньше прямо, сперва наклоняются, а затем и вовсе повисают. Женские серёжки вырастают на вершинах укороченных побегов (брахибластов), развивающихся из боковых почек прошлогодних побегов, и поэтому сидят всегда на боку ветки. Одновременно с зацветанием мужских серёжек распускаются листовые почки и женские серёжки. Во время цветения они всегда короче и уже мужских, которые после опыления сразу же опадают. Прицветные (плодовые) чешуйки женских серёжек глубоко трёхлопастные; боковые лопасти обычно короче средней. Женские цветки (то есть одна лишь завязь) сидят по три под каждой прицветной чешуйкой; в каждой завязи по две висячих семяпочки, из которых по опылении одна засыхает, а вторая разрастается, занимая всю полость завязи. Женская оплодотворённая серёжка в это время удлиняется, нередко у неё вырастает ножка, а самая она утолщается вследствие увеличения объёма чешуек, превращаясь постепенно в овальную или продолговато-цилиндрическую «шишку». После созревания плодов, которое происходит довольно скоро — в зависимости от климата, в июле — сентябре — плодовая серёжка (шишка) осыпается и от неё остаётся лишь стержень.

Плод — сплюснутый чечевицеобразный орешек, несущий на вершине два засохших столбика и окружённый более или менее широким тонкокожим перепончатым крылышком. Плоды сидят по три в пазухах трёхлопастных плодовых (прицветных) чешуек. Семена очень лёгкие — в одном грамме

насчитывается 5000 семян. Легко разносятся ветром (на расстояние до 100 м от материнского растения^[8]), плоды не вскрываются.

Семянка около 2 мм длиной, обратнойцевидная. Крылышки в 1,5 раза шире семянки или равны ей по ширине и достигают большей частью до основания засохших столбиков или до половины их длины. Боковые лопасти плодовой чешуйки направлены косо вверх, угловатые, короче средней. (Чепик, 1985.)

Береза широко распространена по всему северному полушарию* от субтропиков до лесотундры, и ареал произрастания ее продолжает увеличиваться» дальше на север (Ермакова, 1986; Сизоненко, 2004). Она распространена в разных природно-климатических зонах, благодаря своей значительной экологической пластичности, что позволяет ей приспосабливаться к экстремальным условиям обитания. Все это делает ее удобным объектом биоиндикации и выявления адаптационных механизмов.

Береза относится к самым быстрорастущим древесным породам наших лесов. По скорости роста, особенно в молодости, она превосходит сосну, дуб и другие породы, уступая лишь тополям. Широкому применению березы в защитном лесоразведении способствует и то, что получение необходимого количества семян для посевов в больших масштабах во всех областях значительно легче, чем для других пород. Возобновляясь хорошо в лесах естественным путем, береза очень капризна при искусственном выращивании. Недаром профессор Н.И. Сус (1925) писал: «Можно без преувеличения сказать, что задача вырастить на питомнике березу является хорошим и надежным экзаменом для лесовода, заведующего питомником».

Береза повислая светолубивее других видов. Предпочитает сухие местообитания, нетребовательна к химическому составу почв. Произрастает и на бедных песчаных почвах, на суглинках и на черноземе (Синандский, 1973).

Преимуществом березы как быстрорастущей породы является ее меньшая, чем у других пород, требовательность к плодородию почвы.

Поэтому для выращивания березовых древостоев можно использовать как относительно бедные почвы типов В2-3, так и относительно богатые типов С2-3. В этих условиях местопроизрастания на начальном этапе (30-40 лет) береза по продуктивности превосходит такие древесные породы, как дуб, сосна и даже тополь (Попов, 1989г.).

Несмотря на то, что береза – самая быстрорастущая порода, что она применяется в защитном лесоразведении и в городах, вырастить ее непросто. Традиционные сроки посева – осенью, ранней весной – ей не подходят. (ЛесПромИнформ / Архив номеров / ЛесПромИнформ №1 (23) / Регион номера: Республика Татарстан)

Береза (*Betula*) – одна из наиболее активных пионерных пород. Не будь которой, многие лесосеки и не покрытые лесом площади остались бы длительное время не облесенными. Кроме того, по мнению многих исследователей, береза относится к почвоулучшающим породам. Продуктивность березовых древостоев не уступает еловым, а во многих случаях превосходит ее. К тому же, оборот рубки в березовых лесах в два раза меньше, чем в хвойных. (Зворыкина К.В., 1982).

Род Берёза в коллекциях ботанических садов России в целом представлен 92 таксонами, исключительно в коллекциях открытого грунта. Крупнейшая коллекция рода находится в Главном ботаническом саду Российской Академии наук^[16].

Продолжительность жизни берёзы, по разным данным, — 100—120 лет^[17], 150 (300) лет^[18], 100—150 лет, отдельные деревья доживают до 400 лет и более^[12].

Самый интенсивный рост березы в высоту происходит до возраста 20-40 лет, в зависимости от типов леса. До 70-80 лет он довольно высокий, после чего прирост по высоте падает. (Чупров, 2008.).

В настоящее время естественное возобновление березы после рубки происходит по большей части вегетативным способом. Это приводит к формированию насаждений с большой долей в составе искривленных,

пораженных сердцевинной гнилью и ложным ядром стволов, из-за чего огромный ресурсный потенциал березовых лесов остается невостребованным. Между тем, от 30 до 50% состава древостоев представлены ромбовидно трещиноватой, слоистокорой и малотрещиноватой формами березы повислой, которые отмечаются хорошим ростом и высоким выходом ценных сортиментов [11,12]. Но из-за низкой густоты большинства молодняков порослевого происхождения, недостаточной обеспеченностью подпологовым подростом эксплуатационных березовых лесов лишь на 13% [13] и отсутствия последующего семенного возобновления березы на сплошных вырубках и гарях реализовать их селекционно-генетический потенциал крайне затруднительно.

Семенное возобновление березы под пологом спелых и перестойных насаждений возможно преимущественно в местах оголения минеральных горизонтов почвы, а также на разложившихся пнях и приземленных стволах деревьев.

Порослевая способность березы изучалась еще в начале 30-х годов В. В. Гуманом (1930) и другими исследователями. Установлено, что если рубки производятся зимой или ранней весной, то в первый год количество поросли на пне может достичь 150 штук. При рубках, произведенных летом, возобновление продолжается два года, а в первый год наблюдается очень слабый рост поросли. При поздних летних или осенних рубках возобновление появляется следующей весной, в то время как максимальное количество поросли отмечается при зимней рубке [1,10].

Порослевая способность берез сохраняется до 60 лет. Число пней, дающих поросль, достигает 70-90%, далее с возрастом порослевая способность снижается. Зависимость количества поросли от диаметра пня меняется с увеличением возраста древостоя. В случае возобновления молодых насаждений обильная и сильная поросль появляется на пнях большего диаметра. При возобновлении средневозрастных древостоев наибольшее количество поросли и более крупного размера наблюдается на средних по

размеру (диаметру) пнях. Напротив, на вырубках старых насаждений в большем количестве и более сильного роста поросль встречается на тонких пнях (Штоль В. А., 2016)

Генеративное возобновление березы основано на ее обильном семеношении, распространении семян на обширной территории и быстром их прорастании. Семена березы очень мелкие, всходы весьма слабы как индивиды и требуют для выживания условий, близких к оптимальным. Поэтому на начальной стадии роста их отмирание в процентном отношении бывает очень большим. В течение нескольких лет до 99 % (и более) появившихся растений могут погибнуть [4].

Известно, что кроме тепла, для прорастания семян, укоренения всходов березы необходима влажная поверхность почвы. Значительное влияние на укоренение и сохранность всходов оказывает лесная подстилка. Многочисленные исследования в нашей стране и за рубежом показали, что наиболее благоприятные условия для массового появления всходов древесных пород, как под пологом леса, так и на открытом месте создаются на минерализованной поверхности почвы [2, 4, 10, 12]. Как отмечают многие исследователи, отрицательное влияние живого напочвенного покрова — травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов — является одним из основных факторов, лимитирующих возможность успешного естественного возобновления березы на сплошных рубках. Быстро развиваясь в первые год-два после рубки древостоя, живой напочвенный покров негативно влияет на появление и сохранность всходов, заглушает сеянцы березы и способствует неравномерному размещению появляющегося самосева по площади [7].

Имеется достаточно большое количество экспериментальных данных о том, что сеянцы древесных пород угнетаются, главным образом, надземными частями трав, подвергаясь отрицательному механическому воздействию и сильному затенению со стороны последних. Световой минимум для *Betula pendula* составляет 12–15 % ФАР [1]. Замеры освещенности, проводившиеся

под пологом некоторых типов травяного покрова, показали, что в природе часто встречаются уровни освещенности, недостаточные для выживания всходов березы. Даже под пологом иван-чая, положительную роль которого на возобновление березы отмечают многие исследователи [3, 5], при большой его густоте освещенность уменьшается до уровня гораздо более низкого, чем требуется для выживания всходов березы.

Особенно затруднено семенное возобновление березы на вырубках с плодородными почвами. Быстро развивающийся мощный травяной покров, независимо от видового состава, практически исключает возможность появления самосева и формирования семенных березняков. Злаки препятствуют прорастанию семян и выживанию появившихся всходов; иван-чай, малина и другие виды двудольного крупнотравья в меньшей степени мешают прорастанию семян, но появившиеся всходы погибают из-за сильного затенения.

Кроме того, одним из самых серьезных и жестких конкурентов березы на вырубках является вегетативное возобновление осины. Поэтому для успешного естественного семенного возобновления березы на сплошных вырубках в богатых лесорастительных условиях необходимы меры ограничения развития живого напочвенного покрова (в первую очередь травянистой растительности) и нежелательных листовенных древесно-кустарниковых пород (осины, ольхи серой, видов ивы и других). Наиболее перспективным является применение для этих целей современных гербицидов, то есть, проведение мер химического ухода за лесом. (Егоров А.Б., 2013).

При своевременном проведении рубок главного пользования береза в возрасте 60 лет в северных регионах центральной (среднерусской) и восточной (предуральской) лесостепи обладает высокой семенной и порослевой возобновительной способностью, что обеспечивает ее естественное восстановление на вырубках в типах условий местопроизрастания со свежими и влажными почвами.

Неудовлетворительное естественное заращивание вырубок березой происходит при рубке перестойных насаждений березы, утративших порослевую способность, или низкополнотных древостоев с сильным задернением почвы. Слабое семенное возобновление березы отмечается также в типах условий местопроизрастания с очень сухими и сухими почвами; причинами недостаточного возобновления березы может быть огневая очистка лесосек и пастьба скота (Руководство по лесовосстановлению и лесоразведению, 1993).

Возобновление основного количества самосева березы проходит довольно активно в течение первых 2-3 лет после сплошной рубки древостоев. Это объясняется несколькими причинами: относительно благоприятные условия для развития всходов и семян в этот период, и особенности биологии этой породы, а именно: обильное, практически ежегодное плодоношение и большая дальность разлета семян (Павлюченков, 2009).

Формирование естественных березовых лесов происходит под влиянием сложного комплекса многочисленных факторов (климатических, фитоценологических, эдафических и др.), определяющих ход роста как отдельных деревьев, так и в совокупности деревьев в насаждении. Различия в факторах, главным образом в почвенных, по типам леса определяют структуру и продуктивность не только нижних ярусов растительности, но и древесного полога. Отражением влияния внешних факторов на древостой в первом приближении может служить их таксационная характеристика (Ильюшенко, Кошельков, 1977).

В настоящее время новейшие технологии переработки древесины вызвали значительное увеличение спроса на деловую березовую древесину. Она находит широкое применение. В последнее время резко увеличился спрос на нее и уже не соответствует в полной мере природному ресурсному потенциалу березняков. В связи с этим перед работниками лесного хозяйства и учеными встает вопрос об оптимизации использования березняков и

повышении их запасов. Березняки, по сравнению с ельниками, которые они чаще всего сменяют, обладают также более высокими средообразующими и средоохранными свойствами. В современных условиях стоимость березовых специальных сортиментов (фанерный, лыжный и оружейный кряжи) гораздо выше, чем соснового пиловочника. Большой спрос имеет и декоративная древесина, получаемая из березовых капов. Береста широко используется в народных промыслах для изготовления различных поделок и сувениров, а также в лесохимии для получения дегтя и ценных биологически активных веществ: бетулина и суберина.

Сложившаяся система ведения лесного хозяйства при значительном дефиците финансирования работ по созданию лесных культур ценных хвойных и твердолиственных пород, создала условия для интенсивного возобновления многочисленных не покрытых лесом участков мягколиственными породами, в том числе березой и осиной. Указанные породы достаточно интенсивно занимают освободившиеся площади на вырубках и гарях с численностью возобновления от 14 до 60 тыс. шт. на гектар. (Гуров А. Ф., 1980.)

Березовые леса в Республике Татарстан занимают 194,3 тыс. га, что составляет 17,3% всей лесопокрытой площади. Они высокопродуктивны и характеризуются I-Іб, реже II классом бонитета.

Березняки Закамья в результате изучения разделены или объединены в определенные лесохозяйственные категории насаждений. Их было выделено 10 (Краснобаева, Сингатуллин, 2001):

1. Относительно однородные и одновозрастные, высокопроизводительные (I-Ia класс бонитета), с преобладанием березы семенного происхождения.
2. Относительно однородные по составу и возрасту с выраженной кулиснорядовой структурой, сложившейся в результате реконструкций молодняков по погибшим частичным культурам хвойных пород в последние 50 лет.

3. Куртинно-разновозрастные и разнополотные насаждения березы порослевого и семенного происхождения в куртинах молодого древостоя.
4. Куртинно-смешанные разновозрастные разнополотные относительно продуктивные березняки с осиной.
5. Старовозрастные порослевые низкополотные остепненные березняки по опушкам лесов, чаще с культурами хвойных пород под пологом.
6. Относительно однородные по структуре коренные березняки таволговые.
7. Куртинно-смешанные старовозрастные порослевые березняки с дубом до 40% состава и осиной, сложной микроценотической структуры.
8. Старовозрастные низкополотные порослевые березняки с дубом и его спутниками во втором ярусе.
9. Старовозрастные низкополотные порослевые березняки с липой во втором ярусе и участием дуба в составе до 5%.
10. Смешанные с переходным составом высокополотные порослевые березово-осиновые насаждения со вторым ярусом из липы и единичным участием дуба в составе.

Главной особенностью современного состояния насаждений березы является преобладание насаждений со сложной внутренней структурой. Большая неоднородность структуры затрудняет таксацию насаждений, в большинстве случаев это приводит к неадекватному выделению таксационных выделов. Второй особенностью состояния является низкая общая продуктивность древостоев при высокой производительности (I-II класс бонитета), обусловленная наличием значительных площадей порослевых низкополотных древостоев. Эта особенность не столько природная, сколько результат хозяйственной деятельности

В Татарстане береза растет по всей республике, образуя чистые березняки или березово-сосновые леса. Береза пушистая встречается преимущественно в северных районах Предкамья и в Западном Закамье. Она приурочена в основном к местам с повышенной влажностью.

Нерациональные рубки в 40-60-х годах прошлого века привели березовые насаждения к деградации, что выражается в низкой производительности и продуктивности, хотя и произрастают они в благоприятных климатических и почвенных условиях.

По данным Центра защиты леса Республики Татарстан – филиала Федерального государственного учреждения «Российский центр защиты леса» - на территории земель лесного фонда республики, по состоянию на март 2014г., ослабление и усыхание березняков зафиксировано на площади 14,4 тыс. га. Современное состояние березняков Республики Татарстан вызывает обоснованную тревогу и озабоченность не только лесоводов, но и руководителей органов государственной власти и местного самоуправления: по сравнению с 2010г. площадь ослабленных и усыхающих березовых насаждений увеличилась почти в 20 раз.

Массовому усыханию березовых насаждений на территории республики способствовали критические значения метеорологических показателей 2010 года. Метеорологические условия этого года характеризовались аномально высокой температурой воздуха летом (до 41 °С) и низким количеством выпавших осадков в июне-июле (1-21 % месячной нормы осадков). Средняя годовая температура воздуха в целом превысила среднемноголетнюю норму на 1,8 °С.

В связи с ослаблением лесов возрастает роль вредителей и болезней в формировании санитарного состояния лесов. Массовые вспышки размножения фитофагов связаны по времени с жаркими сухими годами и зависят от циклической солнечной активности с периодичностью 7-10 лет. Ю.И. Максимов отмечает, что эпифитотиям предшествуют климатические аномалии – небывало теплые зимы и жаркое лето с малым количеством осадков, что приводит к снижению устойчивости березовых насаждений.

С совершенствованием технологий по переработке древесины значение березы все более возрастает. Так, пересматривается отношение целлюлозно-бумажной промышленности к лиственной древесине как существенно более

плотной в сравнении с хвойной, что позволяет обеспечить больший выход целлюлозы на варку [12, 13]. Сегодня березовая древесина используется весьма широко, а крупномерные сортименты ее стали дефицитны. Все шире используются эти два вида березы в качестве посадочного материала при озеленении на насыпных и намывных почвах, для использования при рекультивации засоленных, нарушенных земель и отвалов различных горнообогатительных и металлургических производств. Множество березняков возникает на вырубках и гарях в результате неправильно примененных рубок леса.

Однако существующие нормативные документы, определяющие ведение лесного хозяйства, фактически не учитывают формационную структуру березовых насаждений [14–15]. Ведение же хозяйства в березовых лесах требует комплекса знаний об их природе. Следует учесть и большое экологическое значение березовых лесов, которые быстро захватывают открытые пространства, удерживая эти площади за лесной растительностью.

Предоставленные самим себе, березовые леса, тем не менее, дают значительный выход деловой ценной древесины. В этом смысле они выгодны: при полном отсутствии заботы – значительные доходы. (Денисов С.А., 2009).

ГЛАВА 2. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Программа исследований

Для достижения поставленной цели и решения задач были сформулированы следующие вопросы программы исследований:

1. Заложить пробные площади на участках.
2. Провести обработку полученных результатов.
2. Сравнить показатели роста березы различного происхождения, а также культур ели.
3. Проанализировать результаты исследований.
4. Сравнить результаты исследований с результатами, полученными при подготовке к защите выпускной квалификационной работы.

2.2. Объекты исследований

Объектом исследований № 1 стал участок лесных культур ели обыкновенной, произрастающих с березой естественного происхождения, расположенный в квартале 122 выдел 4, Сурнарского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 1,6 га. Чистые культуры ели созданы весной 2001 года с типом условий местопроизрастания С2 с серыми лесными почвами первоначальной густотой 6000 шт./га, размещение лесных культур 3,0х0,5 м (рис.2.1).

Объектом исследований № 2 стал участок лесных культур березы повислой с открытой корневой системой 2006 года, расположенный в квартале 89 выделе 7 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское

лесничество». Площадь 5,6 га. Чистые культуры березы созданы весной 2006 года с типом условий местопроизрастания – Д₂ с серыми лесными почвами первоначальной густотой 3571 шт./га, размещение лесных культур 4,0x0,7 м (рис. 2.2).

Объектом исследований № 3 стал участок лесных культур березы повислой с закрытой корневой системой 2018 года, расположенный в квартале 64 выделе 10 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 11,3 га. Чистые культуры березы созданы весной 2018 года, с типом условий местопроизрастания - Д₂, с серыми лесными почвами первоначальной густотой 5000 шт./га, размещение лесных культур 4,0x0,5 м, площадь культур 11,3 га (рис.2.3).

Объектом исследований № 4 стал участок, где произрастает береза естественного происхождения, расположенный в квартале 88 выделе 7 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 1,9 га. Возраст 21 лет. Береза естественного возобновления произрастает куртинами на опушке леса по границе с безлесным пространством с типом условий местопроизрастания С₂ (рис.2.4).



Рис. 2.1 –Объект исследований



Рис. 2.2 –Объект исследований



Рис. 2.3 –Объект исследований



Рис. 2.4 –Объект исследований

2.3. Методика исследований

Работа состоит из трёх периодов: подготовительный период, полевой период и камеральный период.

Подготовительный период:

В подготовительный период особое внимание уделялось изучению имеющихся лесоустроительных материалов, а также литературных источников:

а) плана организации лесного хозяйства

б) таксационных описаний

в) лесоустроительных планшетов

г) плана лесонасаждений

д) по материалам лесоустройства и книги лесных культур намечаются участки березовых насаждений для обследования в натуре и закладке пробных площадей в типичных выделах.

Полевой период:

После осмотра в натуре березы искусственного и естественного возобновления и принятия решения об их детальном исследовании закладываются пробные площади для их детального изучения.

Пробные площади (ПП) закладывались в различных участках в соответствии с ГОСТом 16128-70 и ОСТ 56-69-83. Пробные площади закладываются, отступая от квартальных просек, дорог, границ и открытых стен леса не менее, чем на 30 метров. Все части ПП должны быть однородны по таксационным показателям и степени хозяйственного воздействия или повреждения, если они наблюдались в прошлом. В каждой пробной площади измеряли высоту и диаметр. Диаметр деревьев измеряли с помощью мерной вилки на высоте 1,3 м (рис. 1.1), а высоту деревьев – рейкой (рис. 1.2).

Выбранную ПП ограничиваем визирами, снимаем с помощью угломерного инструмента и промером линий мерной лентой. Деревья вдоль визиера, примыкающего к пробе, отмечаем слабыми затёсками. По углам ПП

ставим столбы с нанесением соответствующей записи и производим привязку к квартальной сети.

Камеральная обработка материалов пробных площадей.

По окончании полевых работ производилась камеральная обработка собранных материалов с вычислением всех таксационных показателей.

Результаты исследований обрабатывались методами математической статистики при помощи программного обеспечения EXCEL (Лакин, 1980).

Данные, которые были получены по результатам обследования, перенесли в пересчетную ведомость. Результаты статистической обработки полевых материалов представлены в приложениях.



Рис. 1.1 - Измерение диаметра дерева на исследуемом участке.



Рис. 1.2. - Измерение высоты дерева на исследуемом участке.

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА

3.1. Климатическая характеристика региона

Климат района расположения лесничества умеренно-континентальный с довольно продолжительной зимой. Лето сравнительно короткое, теплое. Характерны поздние весенние и ранние осенние заморозки, которые негативно влияют на рост и развитие растительности. Иногда встречаются и засушливые периоды. Преобладают ветры южных и западных направлений.

Климат формируется под влиянием западно-восточного переноса воздушных масс. Воздушные массы с Атлантики смягчают климат, формируют облачную с осадками погоду. Воздух из Сибири и Арктики приносит в холодный период времени существенное похолодание.

Абсолютная максимальная температура $+38^{\circ}\text{C}$ наблюдается в июне, а абсолютная минимальная температура -48°C – в январе. Средняя температура за год составляет $+2.3^{\circ}\text{C}$.

Наибольшее количество осадков наблюдается в летний период. Годовое количество осадков составляет 435 мм. Относительная влажность воздуха в течение года варьируют от 48 до 88 %. Средняя скорость преобладающих ветров составляет 3-5 м/с. Вегетационный период составляет около 170 суток.

Очень важным показателем лесорастительных и климатических условий является гидротермический коэффициент, показывающий взаимосвязь между режимом тепла и влаги. Гидротермический коэффициент близкий к 0.9-1.0 характерен для зоны устойчивого земледелия, с условиями благоприятными для создания лесных культур и произрастания насаждений. В изучаемом нами районе он равен: в мае – 0.97, июне – 1.02, июле – 0.90, августе – 1.01, средний за пять теплых месяцев – 1.04.

Снежный покров образуется после середины ноября, его таяние происходит в первой половине апреля. Продолжительность снежного

покрова составляет 140-150 дней в году, средняя высота - 35-45 см. Максимальные глубины промерзания почвы составляют 110-165 см.

3.2. Рельеф, геологическое строение и почвы

Рельеф региона

Территория лесничества расположена в Предкамье, которое находится в центральной части Среднего Поволжья. В регионе протекают такие крупные реки, как Волга, Вятка, Кама.

Район расположения ГКУ «Арское лесничество» представляет собой возвышенное плато. Долинами рек Казанки и Шошмы поверхность плато пересекается на плоские увалы, вытянутые с востока на запад. Высота возвышенности около 150 м над уровнем моря. Всползшая, но в основном спокойная поверхность увалов ближе к долинам рек Казанки и Шошмы расчленяется многочисленными довольно узкими долинами более мелких рек, а также овражно-балочными системами.

Основные лесные массивы лесничества – Тукайское и Сурнарское участковые лесничества занимают наиболее возвышенные части района. Лесные насаждения выполняют большую водоохранную роль. Мелкие участки леса в большинстве своем занимают вершины балок и склоны их, выполняя противозерозионную роль. Указанные особенности рельефа определили отнесение лесов к категориям равнинных.

Наиболее древними геологическими отложениями, слагающими территорию района расположения лесничества, являются породы пермской системы. Породы казанского яруса выходят на дневную поверхность в нижних частях склонов, обрывах рек и оврагов. Они представлены доломитами и известняками светло-серого цвета. Реже представлены глинами и мергелями с характерной сероватой и серовато-бурой окраской.

Породы татарского яруса, выходящие на дневную поверхность, имеют значительно большее распространение и являются в значительной степени почвообразующими. Отложения этого яруса состоят из пестроцветных мергелей, аргиллитов, песчаников, доломитов, известняков и гипса. Глины и

тяжелые суглинки, принимающие большое участие в сложении этого яруса, имеют коричнево-бурую окраску.

На значительной территории района коренные породы перекрыты чехлом четвертичных отложений, представляющих делювиальные, элювиально-делювиальные, аллювиальные отложения. На данных отложениях развиты многие современные почвы.

Геологическое строение региона

Республика Татарстан значительно занимает важное место среди минерально-сырьевых субъектов Российской Федерации.

На территории Татарстана выявлено 108 месторождений угля. В то же время могут быть использованы коммерчески только угольные месторождения, приуроченные к Южно-Татарскому, к Мелекесскому и Северно-Татарскому в районы угольного бассейна Камы. Глубина залегания угля - от 900 до 1400 м.

Татарстан славится многочисленными нефтяными месторождениями. На юге республики находится один из самых крупных месторождений в России. В Татарстане открыто 127 месторождений нефти, объединяющих более 3000 месторождений залежей нефти.

Вместе с нефтью добывается и попутный газ. Известны несколько незначительных месторождений природного газа и газового конденсата.

Но все же основным полезным ископаемым для республики является нефть. По уровню добычи нефти республика занимает второе место среди субъектов Российской Федерации, уступая лишь Ханты-Мансийскому автономному округу. Запасы нефти в республике при современном уровне добычи составляет около 30 лет.

Характеристика почв региона

Лесное Заволжье (Предкамье)

В Предкамье основные почвы лесные, дерново-подзолистые, они были созданы в основном благодаря широколиственным лесам. В почвенном фонде лесов Заволжья серые лесные почвы занимают более половины

площади, дерново-подзолистые около 20%. И все же также считается, что серые лесные почвы определяют ландшафт северной лесостепи, а не смешанных лесов.

Лесостепное Предволжье

В лесостепном Предволжье можно выделить два почвенных района. На юго-западе в основном почвы черноземного типа.

А вот на северо-восточной части Татарстана преимущество за лесными почвами, тут есть также серые лесные, темно-серый, светло-серый, коричневый дерново-подзолистые. Ареалы почв определяют и растительность лесную или степную, в настоящее время степень распаханности земель высокая.

Лесостепное Заволжье (Закамье - западное и восточное)

В западной части Закамья почвенный покров обычно состоит из чернозема, около 50%. Лесные почвы занимают около 30%, которые расположены под широколиственными лесами. А дерново-подзолистые почвы занимают лишь 1,5%.

В пределах Камско-Бельской равнины большое место среди всех типов почв занимает лесные почвы, а именно, серые лесные.

На юго-востоке республики хорошая почва, можно сказать, самая лучшая почва Татарстана именно здесь. Тут широко развиты черноземы. Почвенный покров, составленный черноземами, достигает 88% от общего количества сельскохозяйственных угодий.

3.3. Лесорастительные условия

Повышение продуктивности лесов - актуальная проблема современного лесного хозяйства.

Повышение уровня лесистости осуществляется с помощью лесных культур, подбор пород в которых, часто не соответствует условиям произрастания, а определяется хозяйственными задачами. Это приводит к обеднению разнообразия растительности, отсутствию ярусности, снижение устойчивости и эффективности насаждений.

Лесорастительные условия России очень разнообразны, и поэтому, принимая во внимание эти особенности в условиях местопроизрастания, методы и способы создания лесных культур, технология и агротехника должен соответствовать этим условиям.

Тип лесорастительных условий- это лесоводственная классификационная единица покрытых и не покрытых лесной растительностью земель с аналогичными условиями лесорастительных условий, потенциально обеспечивающими произрастание лесной растительности определенного состава и производительности. Применяется в основном к характеристике лесорастительных условий участков при лесовосстановлении и лесоразведении на землях, которые ранее были заняты лесной растительностью, и в качестве показателя в дополнение к типу леса на землях, занятых лесной растительностью или временно лишенных ее в следствие рубки леса или пожара. Тип лесорастительных условий характеризует качество древесины и эффективность лесных насаждений, продуктивность грибов и ягод, видовой состав фауны.

В начале XX-го века Г. Ф. Морозов предложил рассмотреть тип леса отдельно от типа лесорастительных условий. Обилие местных названий типов лесорастительных условий на огромной территории России затрудняло их использование, вызвало необходимость разработки обобщенной классификации типов лесорастительных условий. Первая классификация типов лесорастительных условий для лесов Европейской части России было сделано в начале 20-го века А. А. Корюденер. Кроме того, она была улучшена Е. В. Алексеевым, Д. В. Воробьевым, П.С. Погребняковым, П.П.Кожевниковым и т.д. В практике лесного хозяйства для лесостепной и степной зон применяется объединенная схема типов лесорастительных П. С.Погребняка и П. П. Кожевникова, основанная на ряде основных показателей - богатства и влажности почвы. По богатству почвы типы лесорастительных условий разделены на 7 рядов:

А - очень бедные (песчаные и избыточно увлажненные суглинистые),

В - малоплодородные (песчаные с прослойками супеси и суглинка, легкие супеси и избыточно увлажненные различного механического состава),

С - среднеплодородные (песчаные на супесях или суглинках, супесчаные и песчаные с проточным увлажнением),

Д - богатые (серые лесные и черноземные),

Е - пониженно-плодородные (деградированные черноземы и переходные к ним слабосолонцеватые суглинки),

Ф - малоплодородные солонцеватые (слабо- и среднедеградированные черноземы, солоди и слабосолонцеватые аллювиальные почвы пойм),

Г - низкоплодородные (солонцеватые суглинистые (солоди) и солонцеватые аллювиальные почвы пойм).

По влажности типы лесорастительных условий разделены на 6 рядов:

0 - очень сухие,

1 - сухие,

2 - свежие,

3 - влажные,

4 - сырые,

5 - мокрые.

По характеру лесной подстилки и встречаемости индикаторных растений в каждый почвенный ряд имеет общее название - в лесной зоне: боры (А2 – А5), суборы (В2 - В5), сложные суборы и сурамени (С2 - С 5), дубравы и ольшаники (D2 - D5); в лесостепной и степной зонах: боры чистые (А0 - А2), боры с дубом (В2 -В3), боры сложные и судубравы (С-1 - с3), сложные дубравы и ольшаники (D0 - D5), кленов о-кустарниковые дубравы (е0 и е1) и ольшаники (Е5), кустарниковая растительность (F2 - F4), мелкокустарниковая растительность и ветляники (G0 - g5). На основе типа лесорастительных условий проектируют работы по лесоразведению и восстановлению леса, рекультивации нарушенных промышленной деятельностью земель и гидролесомелиорации.

В пределах того же типа лесорастительных условий может быть несколько типов леса, в зависимости от того, какие древесными породами они образованы. Например, в кисличном типе лесорастительных условий могут быть образованы сосняки, ельники, пихтарники, березняки, осинники кисличные.

Тип лесорастительных условий - классификационная единица территории, которая, наряду с типами леса, специалистами лесного хозяйства используется постоянно.

Совокупность лесорастительных условий, в которых естественно, широко распространен тот или иной вид древесных растений, составляет его эдафофитоценотический ареал.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в лесной типологии есть и другие направления, отражающие либо своеобразие леса, или своеобразие принципов классификации, которые были в их основе. Все они имеют биоценотическую основу.

По зонально-типологическим и лесозономическим условиям территории Республики Татарстан подразделяется на 3 лесорастительных района, которые ограничиваются долинами рек Волги и Камы.

В зоне смешанных лесов:

1. В Предкамье расположены хвойно-широколиственные леса нашей республики. Эта лесоводственный район включает в себя 34% лесов Татарстана. Границы этого района проходит по реке Кама, переходя на юг только недалеко от города Набережные Челны, и охватывает площадь лесов Кзыл-Тауское лесничество. В Предкамье входят 13 лесничеств республики, а именно: Агрызский, Арский, Елабужский, Зеленодольский, Ислейтарский, Камский, Кзыл-Юлдузский, Лаишевский, Мамадышский, Пригородный, Сабинский, Лубянский и национальный парк «Нижняя Кама».

В лесостепной зоне:

2. В Предволжье район богат широколиственными лесами, в этой районерастут хорошие, высокоствольные дубравы. Предволжье второй

лесохозяйственный район охватывающий 9% лесов республики. В этом районе расположены 4 лесничества (Буинское, Кайбицкое, Приволжское, Тетюшское).

3. Закамский район широколиственных лесов (мягколиственные и смешанные леса) - третий лесохозяйственный район. Этот район включает в себя 37% леса и 9 лесничеств Республики Татарстан такие как: Аксубаевский, Алькеевский, Билярский, Болгарский, Заинский, Мензелинский, нижнекамский, Нурлатский, Черемшанский.

Закамский возвышенный район широколиственных (порослевые дубравы и мягколиственные леса). Сюда отходят отроги Уральского хребта, которые делают самое возвышенное место в республике, которая называется Бугульминско-Белебеевской возвышенностью. Деревья, которые растут здесь не отличаются высокой эффективностью, но имеют хорошее противозерозионное значение. К этому району относится 20% лесов и 6 лесничеств (Азнакаевское, Альметьевское, Бавлинское, Бугульминское, Лениногорское, Калейкинское).

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица 1. Распределение покрытых лесной растительностью земель по группам типов леса и преобладающим породам в ГКУ «Арское лесничество»

Древесная порода	Тип лесорастительных условий, га										
	С2	Д2	С3	С4	В3	Д3	Д1	В4	А2	Д4	Всего:
Б	260 1,9	378, 0	458, 8	178, 1	0,0	12,8	197, 5	0,0	0,0	0,0	3827,1
Лп	125 3,7	668, 1	32,6	1,2	0,0	0,0	39,1	0,0	0,0	0,0	1994,7
Е	668 9,8	194, 8	176, 2	15,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	7076,3
С	914 3,4	999, 1	35,0	0,0	6,0	0,0	339, 7	0,0	1,2	0,0	10524,4
Ос	146 1,8	286, 7	181, 7	17,1	0,0	2,1	103, 9	0,0	0,0	0,0	2053,3
Ив	26, 9	0,8	80,6	199, 3	9,1	0,0	8,3	0,7	0,0	0,0	325,7
Олс	47, 2	4,0	7,6	426, 3	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	488,3
П	221 ,1	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	231,7
Л	133 ,4	28,2	3,4	0,0	0,0	0,0	44,8	0,0	0,0	0,0	209,8
Тк	76, 1	0,0	47,4	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	127,2
Т	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
В	0,0	3,0	0,0	5,1	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	4,6	14,4
Лпн	215 7,3	73,1	30,8	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2267,7
Кл	14, 9	70,5	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	0,0	0,0	0,0	120,2
Олч	0,7	0,0	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,9
К	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ДН	16, 6	300, 1	0,0	0,0	0,0	0,0	254, 1	0,0	0,0	0,0	570,8
Д	4,5	553, 7	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	565,7
Я	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	2,3
Кля	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	5,6
Мж	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2	0,0	0,0	0,0	56,9
Тал	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Всего:	2385 7,6	357 0,7	105 4,1	878, 7	15,4	18,1	109 2,7	0,7	1,2	4,6	30493,8
%	78, 24	11,7 1	3,46	2,88	0,05	0,06	3,58	0,00	0,00	0,02	100,00

В ГКУ «Арское лесничество» по данным Государственного учета по состоянию на 01.01.2020 г. береза и ель занимают соответственно 3855 (береза- 13%, ель- 24% от площади лесного фонда) и 7267 га от площади лесного фонда. Распределение площади березы и ели по группам возраста можно увидеть в рисунке ниже.

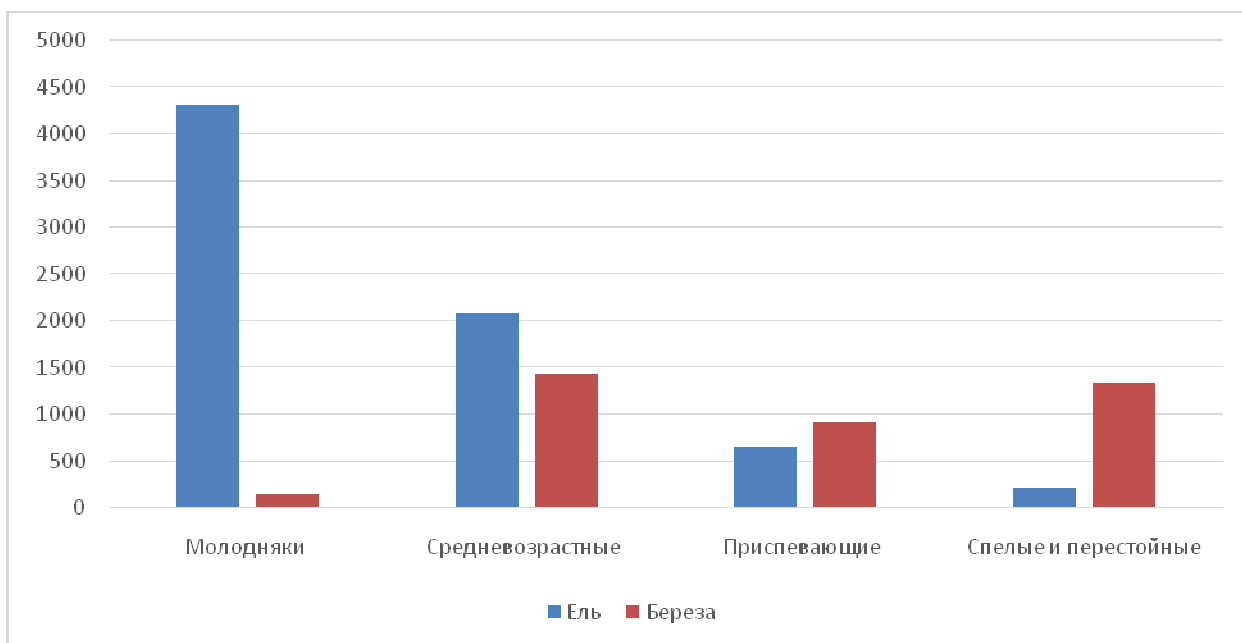


Рисунок 1. Распределение березы и ели по группам возраста

Как видно из вышеуказанных данных, у березняков преобладают средневозрастные, спелые и перестойные насаждения (средневозрастные- 37%, спелые и перестойные- 35%), у ели молодняки -59%. Остальные группы распределены относительно равномерно.

После засухи 2010 года небольшая часть культур ели погибло, по одному проценту культур ели и березы находятся в неудовлетворительном состоянии, подавляющая доля культур ели и березы находится в удовлетворительном состоянии (рисунок 2).

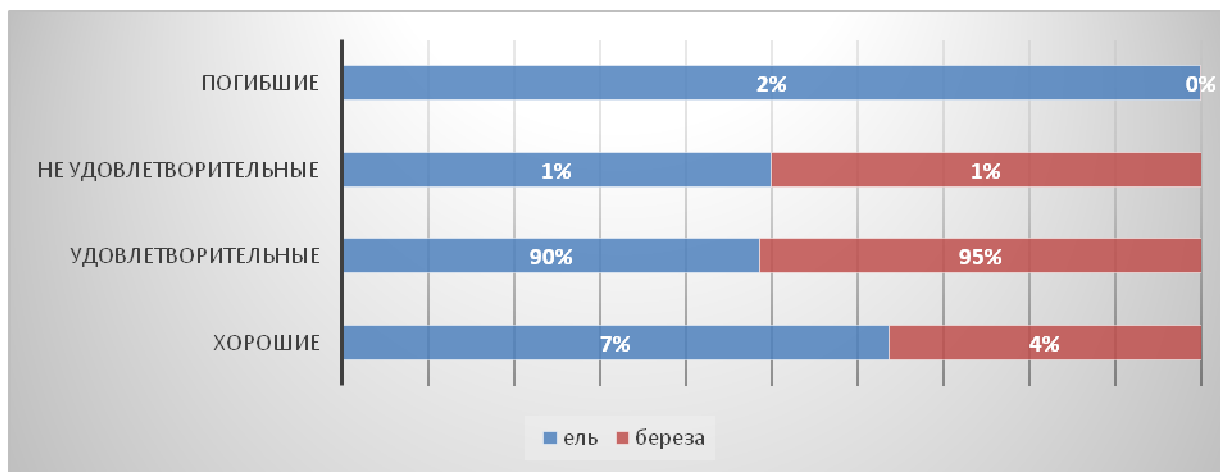


Рисунок 2. Состояние культур ели и березы по данным таксации в целом по лесничеству.

Объект исследования № 1 – участок лесных культур ели обыкновенной, произрастающих с березой естественного происхождения, расположенный в квартале 122 выделе 4 Сурнарского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 1,6 га. На этом участке мы уже закладывали пробную площадь в 2017 году. Полученные данные приведены ниже.

Таблица 1.1. Распределение березы естественного возобновления по ступеням толщины на объекте № 1 (2017 год).

Высота, м	Диаметр, см						Итого	
	2	4	6	8	10	12	шт.	%
4,0-4,5	10	8					18	14,0
4,5-5,0	4	14					18	10,1
5,0-5,5		20	2				22	12,3
5,5-6,0		12	8				20	11,2
6,0-6,5		14	4				18	10,1
6,5-7,0		10	4				14	10,6
7,0-7,5		10	6	1	2		19	10,6
7,5-8,0		1		5	6		12	1,1
8,0-8,5		2	14	3	2		21	11,7
8,5-9,0		1	2	3	4		10	5,6
9,0-9,5					4		4	2,2
9,5-10,0						1	1	0,6
Итого, шт.	14	82	40	11	16	1	179	

Итого, %	7,8	59,8	22,3	3,4	6,1	0,6		100
----------	-----	------	------	-----	-----	-----	--	-----

Таблица 1.2. Статистическая обработка данных по объекту исследования (береза, 2017 год)

	2 см	3 см	4 см	5 см	6 см	7 см	8 см	среднее
Среднее X	3,8	5,2	6,4	6,9	7,4	7,5	7,5	5,9
Стандартная ошибка m_x	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1
Стандартное отклонение σ	0,4	0,6	0,6	0,6	0,2	Не установлено	0	1,3
Дисперсия выборки σ^2	0,1	0,3	0,4	0,4	0,1	Не установлено	0	1,6
Интервал	1	2,5	2,5	2	0,5	0	0	4
Минимум	3,5	4	5	5,5	7	7,5	7,5	3,5
Максимум	4,5	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Сумма	53	150,5	161	137,5	59	7,5	15	583,5
Счет	14	29	25	20	8	1	2	99
Изменчивость V, %	10,5	11,5	9,4	8,7	2,7	0	0	22,0
Ошибка P, %	2,6	1,9	1,6	1,4	1,4	0	0	1,7

Данные статистической обработки свидетельствуют о том, что с увеличением диаметра увеличивается высота деревьев, средняя высота равна 5,9 м, наибольшая высота (7,5 м) совпадает с наибольшим диаметром (7 см), ошибка колеблется от 0 до 2,6, средняя изменчивость составляет 22%.

Таблица 1.3. Распределение культуры ели по ступеням толщины на объекте № 1 (2017 год).

Высота	Диаметр					Итого	
	4	6	8	10	12	шт.	%
4,0-4,5	20	2				22	13,8

4,5-5,0	20	1				21	13,1
5,0-5,5	22	23				45	28,1
5,5-6,0	8	10	4			22	13,8
6,0-6,5	6	4	2			12	7,5
6,5-7,0	2	4	3			9	5,6
7,0-7,5	1	4	8			13	8,1
7,5-8,0		3	1			4	2,5
8,0-8,5		2	1			3	1,9
8,5-9,0			3	4		7	4,4
9,0-9,5					2	2	1,3
ИТОГО, шт.	79	53	22	4	2	160	
ИТОГО, %	49,4	33,1	13,8	2,5	1,3		100

Таблица 1.4. Статистическая обработка данных по объекту исследования (ель, 2017 г.)

Показатели	1 см	3 см	4 см	5 см	6 см	7 см	8 см	9см	среднее
Среднее X	3,5	4,2	4,6	5,4	5,6	5,9	6,5	7	5,1
Стандартная ошибка m_x	0	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0	0,1
Стандартное отклонение Σ	0	1,2	1,1	0,7	0,9	0,5	0,7	Не установлено	1,1
Дисперсия выборки σ^2	0	1,5	1,1	0,6	0,8	0,3	0,5	Не установлено	1,3
Интервал	0	4	2,5	3,5	3,5	1,5	1	0	4
Минимум	3,5	3,5	3,5	4	3,5	5,5	6	7	3,5
Максимум	3,5	7,5	6	7,5	7	7	7	7	7,5
Сумма	7	41,5	88	144,5	122,5	53,5	13	7	473
Счет	2	10	19	27	22	9	2	1	92
Изменчивость V, %	0	28,6	23,9	13,0	16,1	8,5	10,8	0	21,6
Ошибка P, %	0	9,5	4,3	1,9	3,6	3,4	7,7	0	2,0

Из вышеперечисленных данных можно увидеть, что большему диаметру соответствует большая высота, средняя высота равна 5,1 м, а наибольшая высота (7м) совпадает с наибольшим диаметром (9 см), средняя изменчивость равна 21,6 %, а ошибка колеблется от 0 до 9,5%.

Ниже приведены результаты исследований, проведенные осенью 2020 года на объекте № 1.

Таблица 1.5. Распределение культуры ели по ступеням толщины на объекте № 1 (2020 год).

Высота	Диаметр					Итого	
	4	6	8	10	12	шт.	%
4,0-4,5	20	2				22	13,8
4,5-5,0	20	1				21	13,1
5,0-5,5	22	23				45	28,1
5,5-6,0	8	10	4			22	13,8
6,0-6,5	6	4	2			12	7,5
6,5-7,0	2	4	3			9	5,6
7,0-7,5	1	4	8			13	8,1
7,5-8,0		3	1			4	2,5
8,0-8,5		2	1			3	1,9
8,5-9,0			3	4		7	4,4
9,0-9,5					2	2	1,3
итого, шт.	79	53	22	4	2	160	
итого, %	49,4	33,1	13,8	2,5	1,3		100

Таблица 1.6. Распределение березы естественного возобновления по ступеням толщины на объекте № 1 (2020 год).

высота	Диаметр, см						Итого	
	2	4	6	8	10	12	шт.	%
4,0-4,5	10	15					25	14,0
4,5-5,0	4	14					18	10,1
5,0-5,5		20	2				22	12,3
5,5-6,0		12	8				20	11,2
6,0-6,5		14	4				18	10,1

6,5-7,0		15	4				19	10,6
7,0-7,5		13	6				19	10,6
7,5-8,0		1			1		2	1,1
8,0-8,5		2	14	3	2		21	11,7
8,5-9,0		1	2	3	4		10	5,6
9,0-9,5					4		4	2,2
9,5-10,0						1	1	0,6
ИТОГО, шт.	14	107	40	6	11	1	179	
%	7,8	59,8	22,3	3,4	6,1	0,6		100

Таблица 1.6. Статистическая обработка данных по объекту исследования №1

Показатели	Культура ели		Береза естественного возобновления	
	Высота	Диаметр	Высота	Диаметр
Среднее $\bar{X}$, см	6,01	5,46	6,53	5,84
Стандартная ошибка, m_x	0,10	0,14	0,11	0,14
Стандартное отклонение, σ	1,24	1,76	1,48	1,91
Дисперсия выборки, σ^2	1,54	3,11	2,19	3,63
Интервал	5	8	5,5	10
Минимум	4,5	4	4,5	2
Максимум	9,5	12	10	12
Сумма	961,5	874	1168,5	866
Счет	160	160	179	179
Коэффициент варьирования, $V, \%$	20,6	32,2	22,6	32,7
Точность опыта, $P, \%$	1,7	2,6	1,7	2,4
Существенность различия, t			3,5	1,9

Коэффициент варьирования по высоте ели составляет:

$$V = 100 \cdot \sigma / \bar{X}_{\text{выб.}} = 100 \cdot 1,24 / 6,01 = 20,6\%$$

Точность опыта по высоте:

$$P = 100 \cdot m_x / \bar{X}_{\text{выб.}} = 100 \cdot 0,10 / 6,01 = 1,7\%$$

Коэффициент варьирования по диаметру ели составляет:

$$V=100*\delta/X_{\text{выб.}}=100*1,76/5,46= 32,2\%$$

Точность опыта по диаметру:

$$P = 100 m_x / X_{\text{выб}} = 100*0,14/5,46= 2,6\%$$

Коэффициент варьирования по высоте березы составляет:

$$V=100*\delta/X_{\text{выб.}}=100*1,48/6,53=22,6\%$$

Точность опыта по высоте:

$$P = 100*m_x/ X_{\text{выб}} = 100*0,11/6,53=1,7\%$$

Коэффициент варьирования по диаметру березы составляет:

$$V=100*\delta/X_{\text{выб.}}=100*1,91/5,84= 32,7\%$$

Точность опыта по диаметру:

$$P = 100 m_x / X_{\text{выб}} = 100*0,14/5,84= 2,4\%$$

Существенность различия по высоте:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{m_{X_1}^2 + m_{X_2}^2}} = 6,53-6,01/\sqrt{(0,11^2+0,10^2)}= 3,5$$

Существенность различия по диаметру:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{m_{X_1}^2 + m_{X_2}^2}} = 5,84-5,46/\sqrt{(0,14^2+0,14^2)}= 1,9$$

В таблице отчетливо видно, что средняя высота для культуры ели составляет 6,01 м, для березы – 6,53 м, средний диаметр ели равен 5,46 см, а у березы – 4,84 см. Точность опыта колеблется от 1,7 до 2,9. Коэффициент варьирования по высоте у ели равен 20,6, а у березы – 22,6, по диаметру у ели составляет 32,2, у березы равен 39,4.

Для выяснения и сравнения хода роста и развития деревьев мы находим средний и текущий прирост.

Средний прирост Z определяется по формуле:

$$Z= dA/A$$

где dA - диаметр дерева в настоящее время (вместо диаметра это также может быть любой другой таксационный показатель), A - возраст дерева.

Для определения текущего прироста Δ за какой-то определенный период, используют формулу:

$$\Delta = (dA - dA-n) / n$$

где dA – диаметр дерева в рассматриваемом году, dA–n – диаметр дерева n лет назад (это также может быть другой таксационный показатель), n – период за который определяется прирост.

Средний прирост березы:

$$Z = dA/A = 5,84/19 = 0,31 \text{ см}$$

Текущий прирост за 3 года:

$$\Delta = (dA - dA-n) / n = (5,84-3,9) / 3 = 0,65 \text{ см}$$

Средний прирост ели:

$$Z = dA/A = 5,46/19 = 0,29 \text{ см}$$

Текущий прирост за 3 года:

$$\Delta = (dA - dA-n) / n = (5,46-5,03) / 3 = 0,14 \text{ см}$$

Объект исследования № 2 – участок лесных культур березы повислой, расположенный в квартале 89 выделе 7 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 5,6 га. Культуры посадили в 2000 году. В 2017 году мы на этом участке уже закладывали пробную площадь. Полученные данные приведены ниже.

Таблица 2.1. Распределение культуры березы по ступеням толщины на объекте № 2 (2017 год).

Высота, м	Диаметр, см							Итого	
	1	2	3	4	5	6	7	шт.	%
1,5	2							2	1,6%
1,5-2,0	6	1						7	5,7%
2,1-2,5	6	2	2					10	8,1%
2,5-3,0	1	3	9	4				17	13,8%
3,0-3,5		5	14	9				28	22,8%
3,5-4,0			7	11	2			20	16,3%
4,0-4,5				7	2			9	7,3%

4,5-5,0				1				1	0,8%
5,1-5,5				3	3	3	2	11	8,9%
>6,0			1	2	7	6	2	18	14,6%
итого, шт	15	11	33	37	14	9	4	123	100,0%
итого, %	12,2%	8,9%	26,8%	30,1%	11,4%	7,3%	3,3%		

Таблица 2.2. Статистическая обработка данных по объекту исследования по высоте (2017 год).

Диаметр	1 см	2 см	3 см	4 см	5 см	6 см	7 см	Среднее
Среднее X	2,2	3,1	3,4	4,0	5,4	5,8	5,8	3,9
Стандартная ошибка m_x	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Стандартное отклонение σ	0,4	0,5	0,4	0,8	0,8	0,3	0,3	1,2
Дисперсия выборки σ^2	0,2	0,3	0,2	0,7	0,6	0,1	0,1	1,5
Интервал	1,5	1,5	1,5	4	2	0,5	0,5	4,5
Минимум	1,5	2	2,5	2	4	5,5	5,5	1,5
Максимум	3	3,5	4	6	6	6	6	6
Сумма	33	33,5	109	148,5	75,5	52,5	23	485
Счет	15	11	32	37	14	9	4	123
Изменчивость $V, \%$	18,2	16,1	11,8	20	14,8	5,2	5,2	30,8
Ошибка P, %	4,5	6,5	2,9	2,5	3,7	1,7	1,7	2,6

По таблице видим, что средняя высота для культур березы составляет 3,9 м, ошибка колеблется от 1,7 до 6,5, средняя изменчивость составляет 30,8%, а наибольшая изменчивость (18,2) приходится на наименьший диаметр (1 см).

Как видно в таблице, с увеличением диаметра наблюдается увеличение и средней высоты деревьев. Наибольшая средняя высота и культур березы и у березы естественного возобновления приходится на диаметр 7 см.

Ниже приведены результаты исследований, проведенные осенью 2020 года на объекте № 2.

Таблица 2.3. Распределение деревьев по диаметру на объекте № 2.

Диаметр, см	Культура березы	Береза естеств. происхожд-я	Липа	Осина
2	2	3	11	
4	16	3	16	4
6	25	2	22	2
8	17	1	13	1
10	13	1	9	
12	3		3	
Итого, шт.	76	10	74	7
Итого, %	45,5%	6,0%	44,3%	4,2%

Таблица 2.4. Статистическая обработка данных по объекту исследования №2

Показатели	Культура березы	Береза естественного возобн-я	Липа	Осина
Среднее $\bar{X}$, см	6,84	4,80	6,05	5,14
Стандартная ошибка, m_x	0,27	0,85	0,32	0,59
Стандартное отклонение, σ	2,38	2,70	2,73	1,57
Дисперсия выборки, σ^2	5,68	7,29	7,45	2,48
Интервал	10	8	10	4
Минимум	2	2	2	4
Максимум	12	10	12	8
Сумма	520	48	448	36
Счет	76	10	74	7
Коэффициент варьирования, $V, \%$	34,8	56,3	45,1	30,5
Точность опыта, $P, \%$	3,9	17,7	5,3	11,5

Коэффициент варьирования по диаметру культуры березы составляет:

$$V = 100 \cdot \sigma / \bar{X}_{\text{выб.}} = 100 \cdot 2,38 / 6,84 = 34,8\%$$

Точность опыта по диаметру:

$$P = 100 \cdot m_x / \bar{X}_{\text{выб.}} = 100 \cdot 0,27 / 6,84 = 3,9\%$$

Коэффициент варьирования по диаметру самосева березы:

$$V=100*\sigma/X_{\text{выб.}}=100*2,70/4,80= 56,3\%$$

Точность опыта по диаметру:

$$P = 100 \sigma_x / X_{\text{выб.}} = 100*0,85/4,80= 17,7\%$$

Коэффициент варьирования по диаметру липы составляет:

$$V=100*\sigma/X_{\text{выб.}}=100*2,73/6,05= 45,1\%$$

Точность опыта по диаметру:

$$P = 100 \sigma_x / X_{\text{выб.}} = 100*0,32/6,05= 5,3\%$$

Коэффициент варьирования по диаметру осины составляет:

$$V=100*\sigma/X_{\text{выб.}}=100*1,57/5,14= 30,5\%$$

Точность опыта по диаметру:

$$P = 100 \sigma_x / X_{\text{выб.}} = 100*0,59/5,14= 11,5\%$$

Средний прирост Z по диаметру:

$$Z= dA/A= 6,84/ 14= 0,49 \text{ см.}$$

Текущий прирост Δ за 3 года,:

$$\Delta= (dA - dA-n)/ n= (6,84-3,54)/ 3= 1,1 \text{ см.}$$

Можно увидеть, что средний диаметр у культуры и березы естественного возобновления составляет 6,84 и 4,8 см соответственно, у липы – 6,05 см, а у осины равен 5,14 см. Точность опыта колеблется от 3,9 до 17,7. Коэффициент варьирования по высоте составляет 34,8, 56,3, 45,1, 30,5 соответственно.

Объект исследования № 3 – участок лесных культур березы повислой, расположенный в квартале 64 выделе 10 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 11,6 га. Культуры посадили в 2018 году.

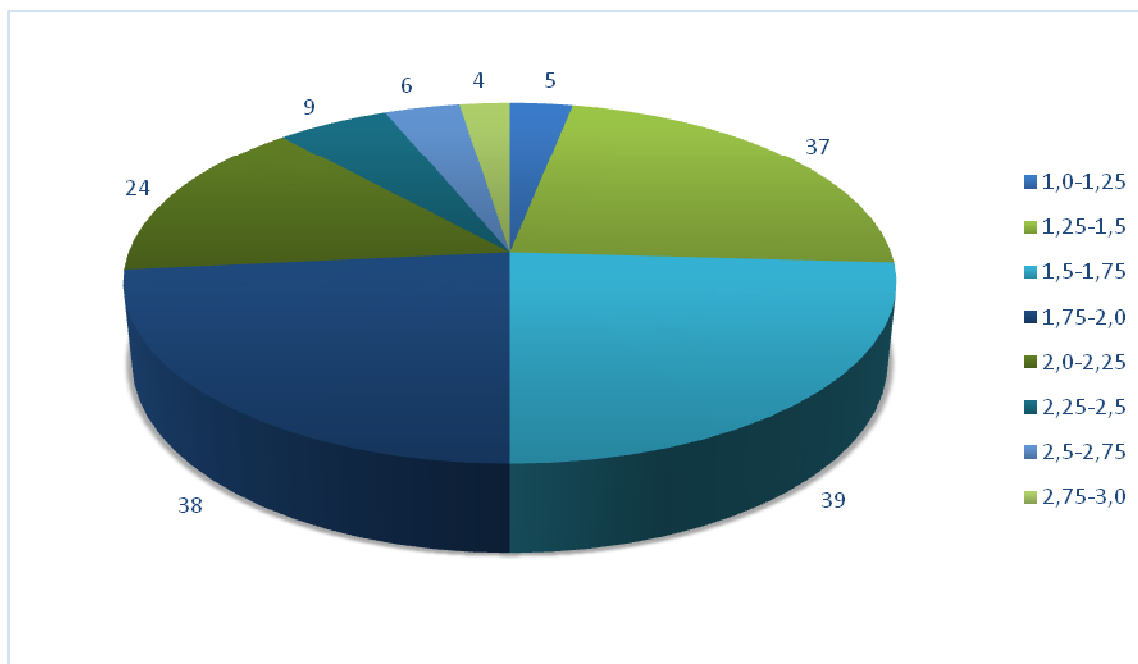


Рис 3.1. Распределение культур березы по диапазону высот на объекте № 3.

На диаграмме отчетливо видно, что высота у культуры березы неоднородная. Это связано с внутривидовой конкуренцией и селекционными качествами саженцев.

Таблица 3.2. Статистическая обработка данных по объекту исследования №3

Показатели	Высота
Среднее $\bar{X}$, см	180,54
Стандартная ошибка, m_x	2,89
Стандартное отклонение, σ	36,11
Дисперсия выборки, σ^2	1303,73
Интервал	195
Минимум	100
Максимум	295
Сумма	28165
Счет	156
Коэффициент варьирования, $V, \%$	20
Точность опыта, $P, \%$	1,6

Коэффициент варьирования по высоте культур березы составляет:

$$V=100*6/X_{\text{выб.}}=100*36,11/180,54= 20\%$$

Точность опыта по высоте:

$$P = 100 m_x/ X_{\text{выб.}} = 100*2,89/180,54= 1,6\%$$

По таблице видим, что средняя высота составляет 180,54 см. Точность опыта равен 1,6, а коэффициент варьирования составляет 20.

Средний прирост культуры березы составляет:

$$Z= d_A/ A= 180 \text{ см}/ 2= 90 \text{ см.}$$

Объект исследования № 4 – участок, где произрастает береза естественного происхождения, расположенный в квартале 88 выделе 7 Балтасинского участкового лесничества ГКУ «Арское лесничество». Площадь 1,9 га. Примерный возраст составляет 30 лет. Береза естественного возобновления произрастает куртинами на опушке леса по границе с безлесным пространством.

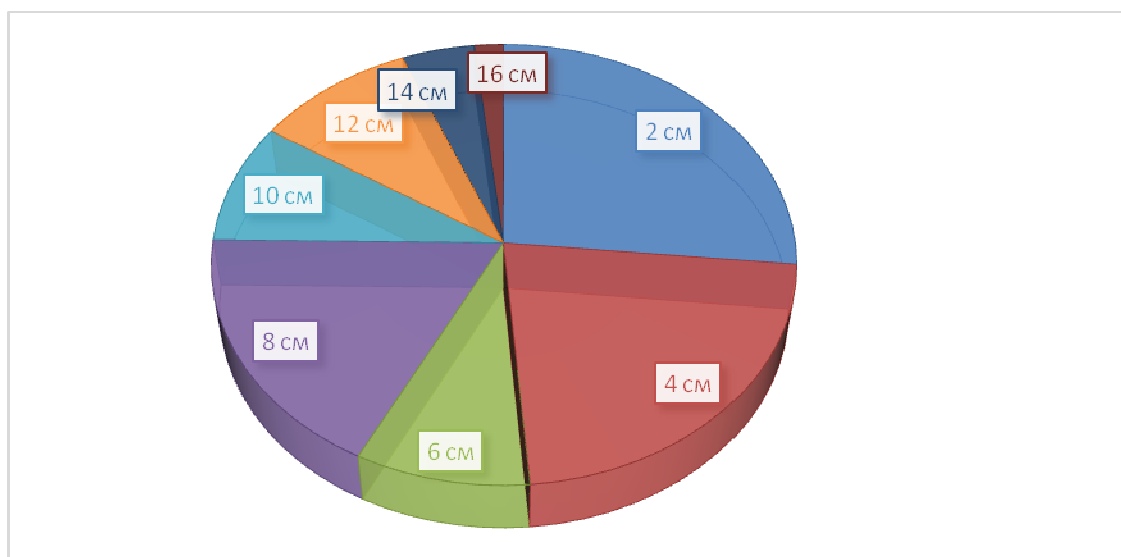


Рис 4.1. Распределение березы естественного возобновления по диаметру

Диаметр березы естественного возобновления на объекте № 4 начинается от 2 см и достигает 16 см. Это связано с тем, что деревья неодинаковые по возрасту. Но в основном численность колеблется в пределах 2-8 см.

Таблица 4.2. Статистическая обработка данных по объекту исследования №4

Показатели	Диаметр
------------	---------

Среднее $\bar{X}$, см	5,84
Стандартная ошибка, m_x	0,43
Стандартное отклонение, σ	4,07
Дисперсия выборки, σ^2	16,57
Интервал	14
Минимум	2
Максимум	16
Сумма	514
Счет	88
Коэффициент варьирования, V , %	69,7
Точность опыта, P , %	7,4

Коэффициент варьирования по диаметру составляет:

$$V = 100 \cdot \sigma / \bar{X}_{\text{выб.}} = 100 \cdot 4,07 / 5,84 = 69,7 \%$$

Точность опыта по диаметру:

$$P = 100 \cdot m_x / \bar{X}_{\text{выб.}} = 100 \cdot 0,43 / 5,84 = 7,4 \%$$

Средний прирост березы естественного возобновления составляет:

$$Z = d_A / A = 5,84 \text{ см} / 20 = 0,3 \text{ см.}$$

По таблице видим, что средний диаметр березы составляет 5,8 см. Точность опыта по диаметру равен 7,4. Коэффициент варьирования по диаметру составляет 69,7.

4.1. Сопоставление исследуемых объектов

На данной диаграмме сопоставлена высота у березы естественного происхождения в квартале 122 Сурнарского участкового лесничества за 2017 и 2020 годы.

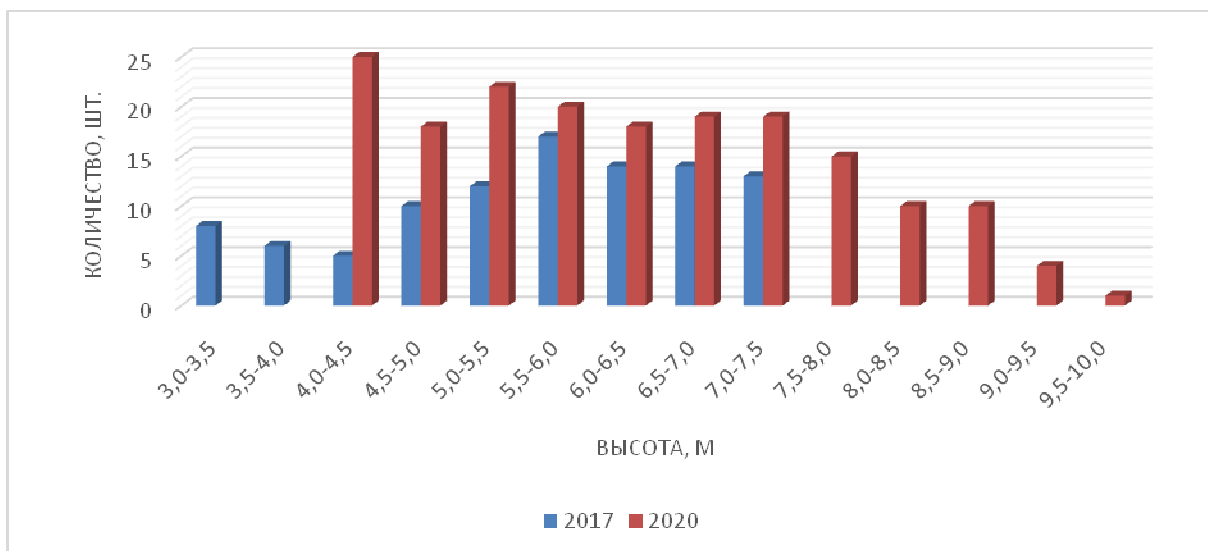


Рис. 4.3. Сравнительная характеристика березы естественного возобновления по диапазону высот за 2017 и 2020 годы.

Исходя из динамики данной диаграммы можно сделать вывод, что береза естественного возобновления за 3 года дал хорошие показатели по росту в высоту. Если в 2017 году максимальная высота у березы была равна 7,0-7,5 м, то в 2020 году этот показатель составляет 9,5-10,0 м.

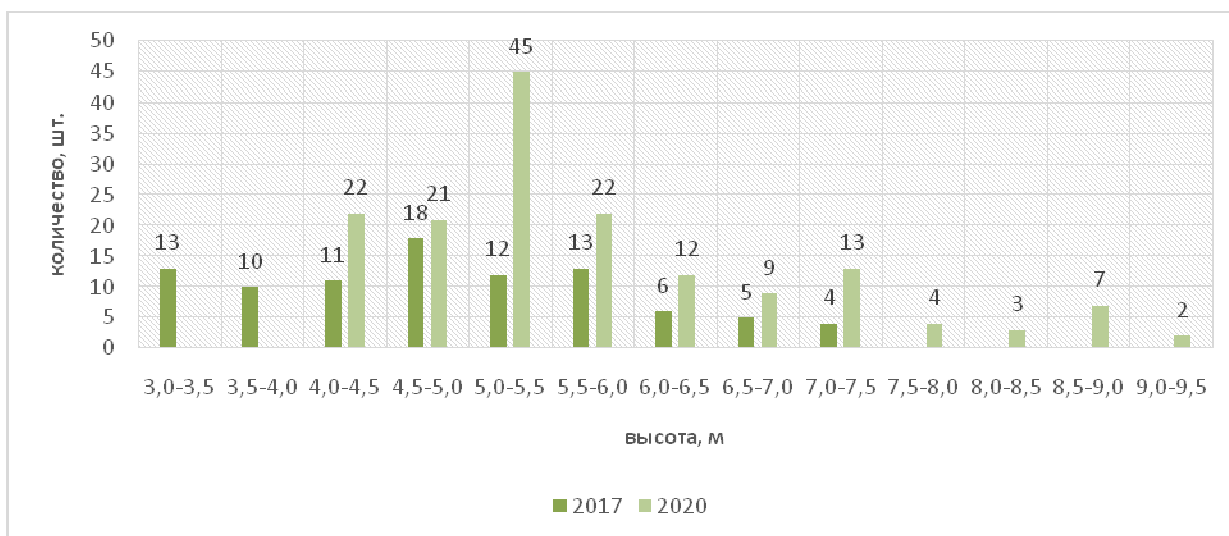


Рис. 4.4. Сравнительная характеристика культуры ели по диапазону высот за 2017 и 2020 годы.

Несмотря на теневыносливость породы ели, у культуры наблюдается высокая динамика роста в высоту. Если в 2017 году наибольшая высота была равна 7,0-7,5 м, то в 2020 году этот показатель равен 9,0-9,5 м. В 2020 году наибольшее количество деревьев приходится на высоту 5,0-5,5 м, в 2017 году рекордное количество деревьев выпадает на высоту 4,5-5,0 м.

Таблица 4.5. Сравнительные показатели по приросту на объекте № 1.

	Высота, м		Средний прирост	Текущий прирост за 3 года	Диаметр, см		Средний прирост	Текущий прирост за 3 года
	2017	2020			2017	2020		
Береза	5,9	6,53	0,34	0,21	3,9	5,84	0,31	0,65
Ель	5,1	6,01	0,32	0,31	5,03	5,46	0,29	0,14

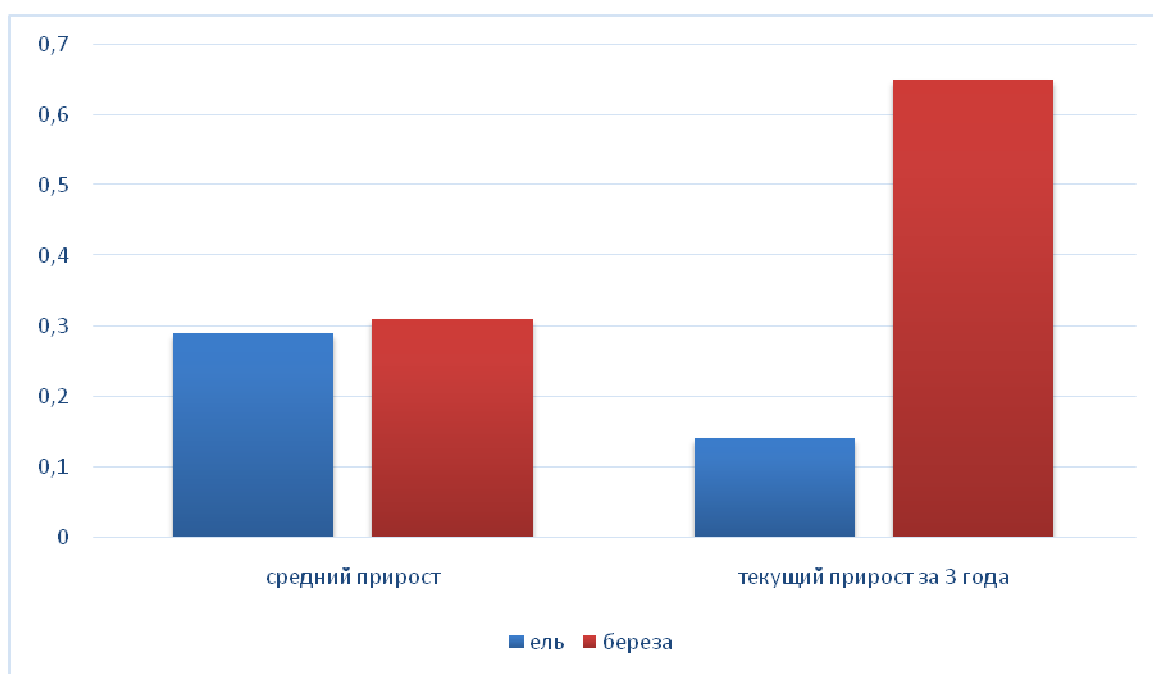


Рис 4.6. Сравнительные показатели по приросту на объекте № 1

Исходя из данных таблицы и рисунка удалось установить, что средний прирост у деревьев примерно одинаковые, но прирост за последние 3 года у березы естественного возобновления значительно превосходит прирост культуры ели. Это связано с тем, что береза является быстрорастущей породой, и самый интенсивный рост березы в высоту происходит до возраста 20-40 лет.

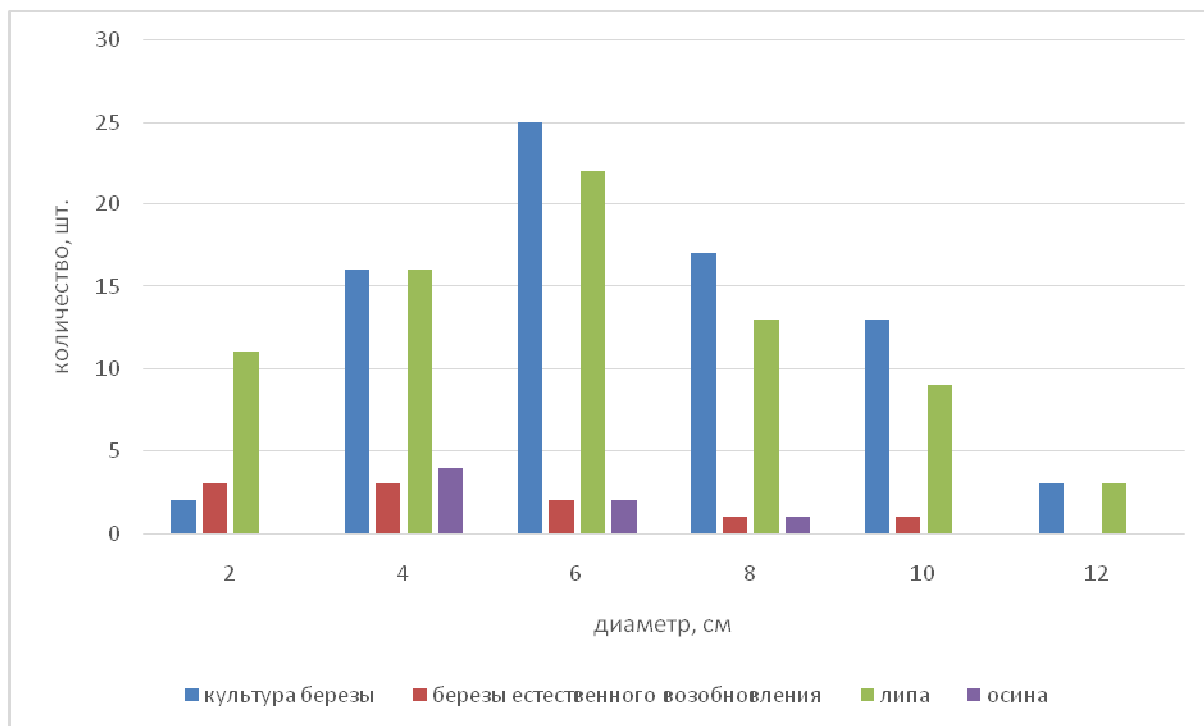


Рис 4.7. Распределение деревьев на объекте № 2

У культуры березы, произрастающей на объекте № 2, диаметр варьирует от 2 см до 12 см. Наблюдается появление естественного возобновления березы с максимальным диаметром 10 см. Как видно на диаграмме, данный объект постепенно заращается другими породами, в основном липой и осиной, которая занимает половину нашей пробной площади. Преобладание осины в составе древостоя может помешать появлению любого подроста семенного происхождения. Так как осина дает обильный подрост вегетативного происхождения – поросль от пня и корневые отпрыски. Это приводит к образованию плотного покрова из опавших листьев осины, который препятствует прорастанию семян и появлению всходов березы.

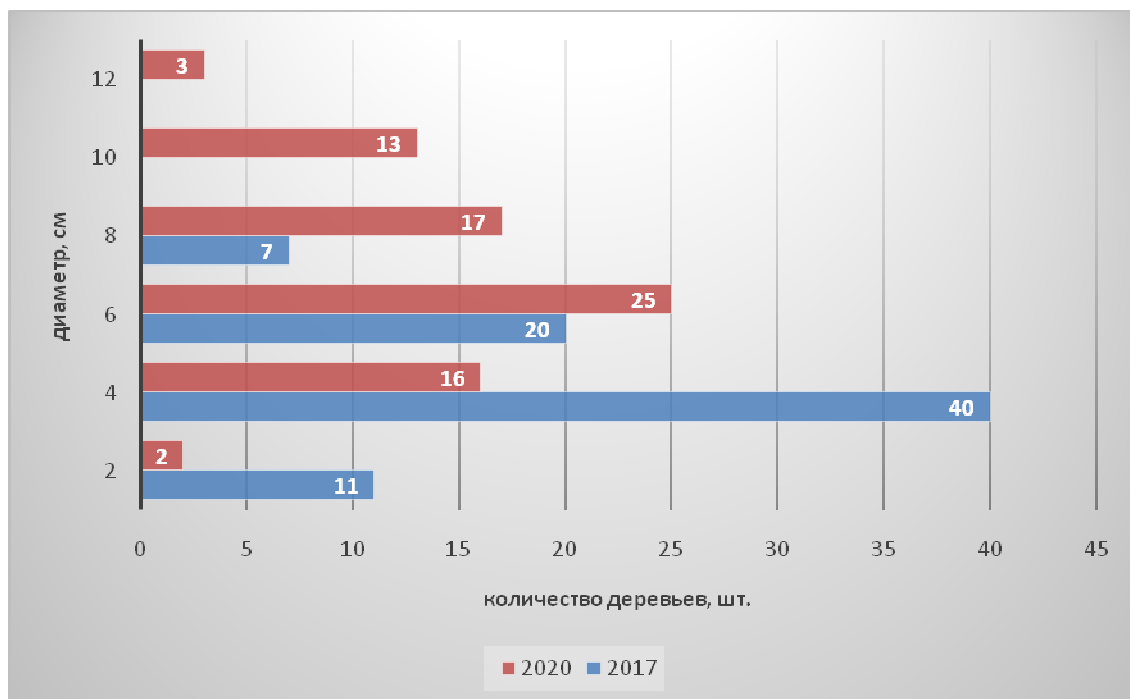


Рис. 4.8. Сравнительная характеристика культуры березы по ступеням толщины за 2017 и 2020 годы.

Большая доля культуры березы на 2020 год приходится на ступень толщины 6 см, в 2017 году этот показатель был равен 4 см. Наибольший диаметр в 2017 году был равен 8 см, а в 2020 году этот показатель составляет 12 см.

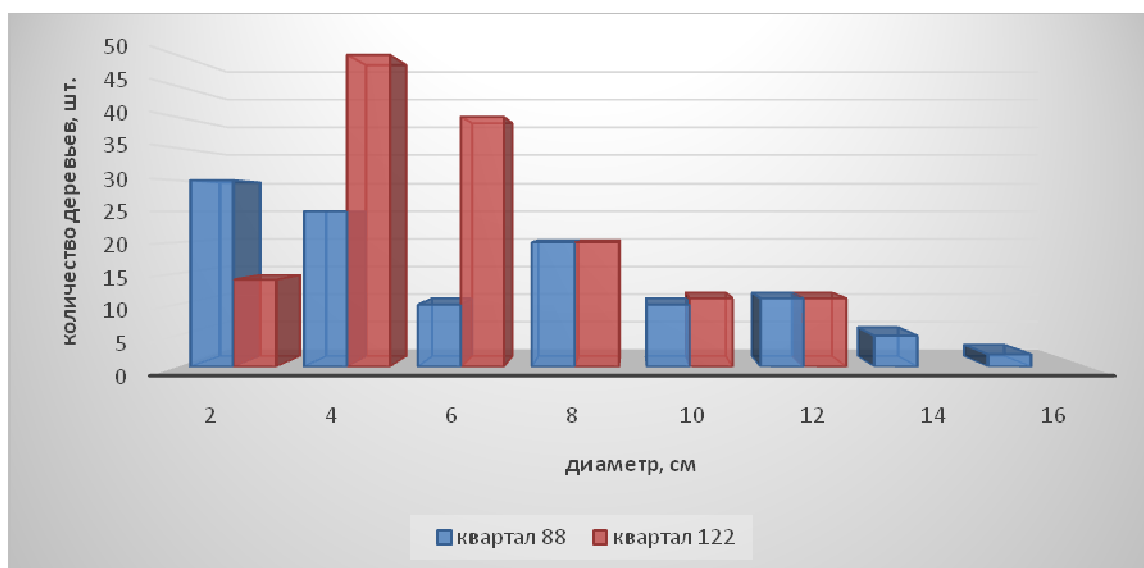


Рис 5.0. Сравнительная характеристика березы естественного возобновления.

Как видно на диаграмме, береза естественного возобновления на объекте № 4 (квартал 88) имеет наибольший диаметр, чем береза на объекте № 1. Эта разница связана с лесорастительными условиями объектов. На объекте № 4

береза произрастает на опушке леса по границе с безлесным пространством, где светолюбивая береза хорошо произрастает, имея доступ света и отсутствия конкуренции других нежелательных насаждений, в отличие от объекта № 1, где береза естественного происхождения растет среди 19 летних культур ели.

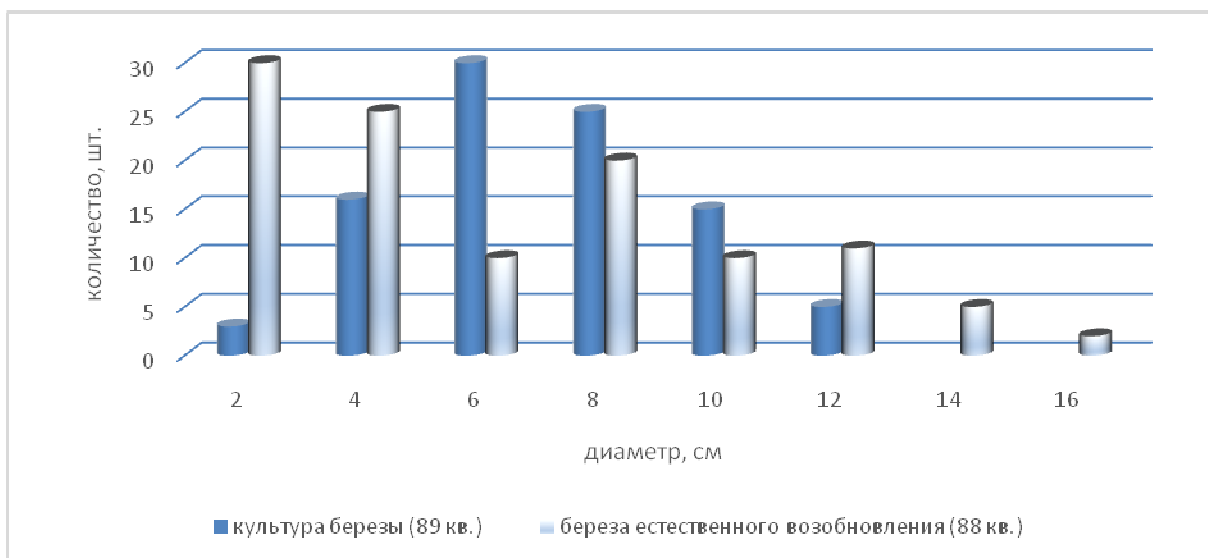


Рис 5.1. Сравнительная характеристика берез различного происхождения по ступеням толщины.

Исходя из этой диаграммы, мы видим, что береза естественного происхождения имеет более разбросанный диапазон диаметров чем культура березы. Это вероятнее всего может быть связано тем что береза естественного происхождения имеет разный возраст.

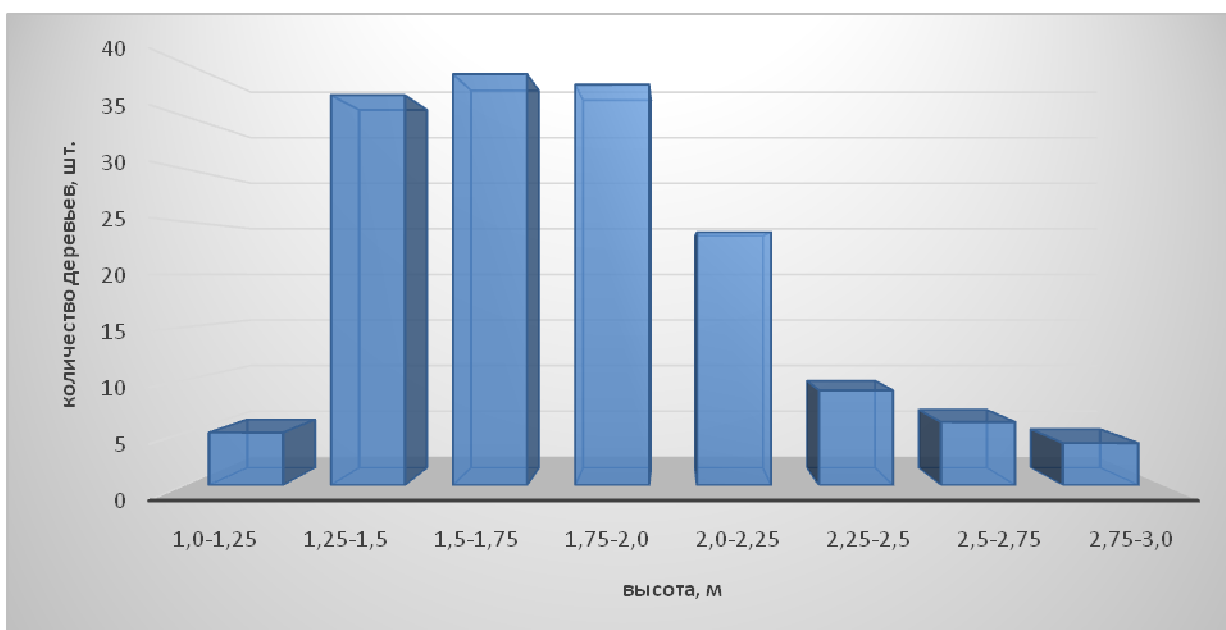


Рис 5.1. Распределение культуры березы по диапазону высот на объекте № 3.

На диаграмме отчетливо видно, что на объекте № 3 заметно преобладают культуры на высоте от 1,25 м до 2,0 м. Наибольшая высота достигает трех метров. Для культур березы, созданных 2 года назад путем посадки саженцев с закрытой корневой системой, это рекордный показатель. Такой хороший прирост достигается благодаря совокупности благоприятных факторов: тип условия местопроизрастания, качество посадочного материала, климатические и лесорастительные условия данного объекта.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В ГКУ «Арское лесничество» береза и ель занимают соответственно 13% и 24% от площади лесного фонда. У березняков преобладают средневозрастные, спелые и перестойные насаждения (средневозрастные- 37%, спелые и перестойные- 35%), у ели молодняки- 59%. Остальные группы распределены относительно равномерно.
2. После засухи 2010 года береза и ель пострадали незначительно, подавляющая доля культур ели и березы находится в удовлетворительном состоянии.
3. На объекте № 2, где произрастает культура березы, необходимо провести рубки осветления, так как началось заращивание объекта малоценными породами, такими как осина и липа порослевого происхождения, которые в дальнейшем могут повлиять на ходы роста более хозяйственно ценных пород.
4. На объекте № 3 необходимо провести агротехнические уходы, для улучшения местопроизрастания культур и при необходимости провести дополнение лесных культур на данном участке.
5. Саженьцы березы с закрытой корневой системой, посаженные с правильным технологическим подходом на богатых плодородных почвах и при проведении своевременных агротехнических и лесоводственных уходов имеют высокую приживаемость и наилучший рост в первые годы.
6. При создании лесных культур ели и березы так же можно использовать комбинированный метод посадки леса, при наличии вокруг вырубki лесной стены со спелыми березовыми насаждениями, или оставлять деревья семенники на вырубках.

7. В условиях ГКУ «Арское лесничество» ель и береза произрастает успешно, но необходимо своевременное проведение агротехнических и лесоводственных уходов для достижения более качественных и количественных показателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров, Ю.Д. Типы березовых лесов центральной части южной тайги /Ю.Д. Абатуров, К.В. Зворыкина А.Ф. Ильюшенко / Москва: Наука. 1982,с.156.).
2. Алексеев, П.В. Рубки переформирования и основы хозяйства в пирогенных березняках среднего Поволжья. /П.В. Алексеев/ Лесное хозяйство. № 6, 1997, с. 19-22.
3. Амосова, И.Б. Анализ анатомического строения древесины березы И.Б. Амосова, П.А. Феклистов/ Лесной вестник. Москва, 2009, №2(65), С.16-19.
4. Березовые леса Беларуси: Типы, ассоциации, сезонное развитие и продуктивность.// Минск: Наука и техника, 1992, 183с.
5. Боровикова, М.Г. Изменчивость ширины годичных слоев стволовой древесины и коры березы повислой /М.Г. Боровикова/ Вестник КрасГАУ, Красноярск, вып. 2, 2013, С.76-80.
6. Вавилов, С.В. Строение полога березняков высокой производительности /С.В. Вавилов, Е.Н. Кузнецов, О.А. Росляева / Мониторинг осушенных лесов. Материалы совещания, Лисино-корпус ленинградской области, 6-7 сентября 2001. Санкт-Петербург, 2001, С.78-83
7. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: Электрон.дан. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>, свободный.
8. Ветчинникова, Л.В. Береза. Вопросы изменчивости /Л.В. Ветчинникова/ М.: Наука, 2004. – 183с.
9. Газизуллин, А. Х. Состояние березняков возвышенного Заволжья Республики Татарстан после засухи 2010 года/ А. Х. Газизуллин, И. К. Сингатуллин // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 2. – С. 99–102.

10. Горынцев, А.С. Проблема формирования высокопродуктивных березняков из естественных молодняков в подзоне елово-широколиственных лесов. /А.С. Горынцев, С.С. Лобанова, Л.И. Никитин, А.А. Рыбкина и др./ 125 Сборник научных статей докторантов и аспирантов Московского Государственного университета леса. М.: 1999, с. 117.
11. Гроздова, Н.Б. Береза. /Н.Б. Гроздова/ М.: изд. Лесная промышленность. 1979г.-78с.
12. Гроздова, Н.Б. Занимательная дендрология /Предисл. Акад. ВАСХНИЛ Н.А. Моисеева/ Н.Б. Гроздова / М.: Лесная промышленность, 1991.- 208с
13. Губанов, И.А. и др. *Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.)— Берёза повислая, или бородавчатая // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. — М.: Т-вонауч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. — Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — С. 31. — ISBN 9- 87317-128-9.
14. Гуров А. Ф., Михайлов Л. Е., Выращивание высокотоварных древостоев осины и берёзы, в кн.: Рубки и восстановление леса. -М.: ВНИИЛМ, 1980. – С. 41 – 53.
15. Гуров, А.Ф., Пути формирования продуктивных насаждений лиственных пород (осины, березы). // А.Ф. Гуров, Фокин В.Н. М.: лесной вестник №2(17), 2001, с.63-66.
16. Демаков, Ю.П. Структура и динамика березняков республики Марий Эл /Ю.П. Демаков, А.Е. Смыков, С.А. Денисов / Вестник Марийского государственного технического университета. Лес, экология, природопользование./ Йошкар-Ола, 2009. №1(5)- с.5-18.
17. Денисов, С.А. Динамика формационной структуры березняков в связи с их онтогенезом в различных эдатопах в среднем Поволжье. / С.А. Денисов/ ВестникМарийского государственного технического

- университета. Лес, экология, природопользование. Йошкар-Ола, 2009, №3. с.13-27
18. Денисов С. А. Лесоведение. Смена пород: Учебное пособие / С. А. Денисов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. 78 с.
 19. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Род 1. *Betula* L. — Берёза // Ред. тома С.Я.Соколов. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. — Т. II. Покрытосеменные. — С. 306- 307. — с. 612
 20. Ермаков, В.И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера. /В.И. Ермаков/ Ленинград: Наука, 1986., с.144
 21. Ермолова, Л.С. Морфологические особенности и сезонное развитие березы повислой в молодых древостоях на залежах./Л.С. Ермолова, Я.И. Гульбе, Т.А. Гульбе / Лесоведение./ М.: изд. Наука, 2012, с.42-43.
 22. Ермолова, Л.С. Ростовые побеги как элемент структуры крон в пологе березняка./Л.С. Ермолова, Я.И. Гульбе, Т.А. Гульбе, А.И. Уткин / Ботанический журнал, т.86, №5, Санкт- Петербург: Наука, 2001, с. 79-85
 23. Зворыкина К.В., Абатуров Ю.Д., Ильюшенко А.Ф. Типы березняков центральной части южной тайги Русской равнины // Лесоведение, 1982. No1. С. 3-11.
 24. Ильюшенко, А.Ф. Строение и продуктивность древостоев некоторых типов березняков на суглинистых почвах./А.Ф. Ильюшенко, С.П. Кошельков / Лесоводственные исследования в подзоне южной тайги./М.: Наука. 1977, С.32-41
 25. Кищенко, И.Т. Сезонный рост березы повислой. /И.Т. Кищенко, И.В. Вантенкова / Лесоведение №4 М.: Наука, 2011. с.48-52.
 26. Козьмин, А.В. Сезонная динамика роста березы повислой разного географического происхождения./А.В. Козьмин/ Лесоведение №5, М.: 2002

27. Краснобаева К.В., Митяшина С.Ю., Лукин И.Ф., Сингатуллин И.К. Динамика плодоношения березы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Лесное хозяйство. 2007. № 1. С. 33-34.
28. Краснобаева, К.В. Состояние березовых лесов лесостепной зоны Татарстана и способы ведения хозяйства в них/ К.В. Краснобаева, И.К. Сингатуллин / Проблемы лесного хозяйства среднего Поволжья и пути их решения. Пушкино, 2001, С.57-58
29. Кулагин, Ю.З. Экология березы бородавчатой и березы пушистой в связи с особенностями их водного режима./Ю.З. Кулагин/ Экология и физиология древесных растений Урала./ Свердловск, 1963, С. 7-46
30. Лесохозяйственный регламент ГКУ «Арское лесничество» Республики Татарстан. – Казань, 2016. – 241 с.
31. Лищинская, С.Н. Эколого-биологические особенности берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) как компонента антропогенных лесонасаждений г. Самары. — Автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. биол. наук. — Самара. — 2003. — 18 с.
32. Павлюченков, Н.А. Семенное возобновление березы на сплошных вырубках с предварительной химической подсушкой осины / Н.А. Павлюченков 132 – Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, 2009 – выпуск 1 (18) – с.97-104.
33. Попов, В.К. Березовые леса центральной лесостепи России /В.К. Попов / Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж: Изд-во Воронеж. Гос. Ун-та, 2003. - 424с.
34. Попов, В.К. Культуры березы. Учебное пособие / В.К. Попов / Воронеж, 1989. – 70с.
35. Попов, В.К. Экологическая изменчивость березы повислой в центральной лесостепи. / В.К. Попов, Е.В. Филоненко / Воронеж, 1996. – 204с.

36. Рекомендации по ведению хозяйства в березняках подзоны смешанных лесов лесостепи (на примере Республики Татарстан). - Казань, 2002. -32 с.
37. Родионов, А.Я. Возрасты спелости березовых древостоев в лесах Костромской и Владимирской области./А.Я. Родионов/ Проблемы повышения продуктивности лесов, т.4/ Ленинград., Гослесбумиздат,1961.
38. Руководство по лесовосстановлению и лесоразведению в лесостепной, степной, сухостоепной и полупустынной зонах европейской части РФ, 1993
39. Синандский, Ю.А. Береза. Ее вредители и болезни./Ю.А. Синандский/ М.: изд. Наука. 1973-216с.
40. Сингатуллин И.К. Лесоводственное обоснование способов рубок и возобновления березняков лесостепи Республики Татарстан. Автореферат на соискание ученой степени кандидата с/х наук. – Йошкар-Ола, 2007 – 24с.
41. Тарасов, П.А. Оценка влияния смены сосны березой на свойства почв в условиях Приангарья. /П.А. Тарасов//Лесной журнал, №2, 2012, С.14-19
42. Тихомиров, К.Т. Заготовка высококачественной березовой древесины. / К.Т. Тихомиров/ Гослестехиздат, Свердловск-Москва, 1935, с.95
43. Толкач, В.Н. Березовые леса Беловежской пуши / В.Н. Толкач, В.А. Мачульский, В.С. Никитюк // Заповедники Белоруссии. - Минск, "Урожай",1979 - вып.3 - С.40-47.
44. Тюрин, А.В. Нормальная производительность насаждений (сосны, березы, осины и ели) всеобщие таблицы хода роста./А.В. Тюрин/ Сельхозгиз, Москва, 1930., с. 45-70
45. Феклистов, П.А. Морфолого-физиологические и экологические особенности березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в таежной зоне /П.А. Феклистов, И.Б. Амосова/ ИПЦ САФУ, Архангельск, 2013, с.212.

46. Харитонович, Ф.Н. Биология и экология древесных пород/Ф.Н. Харитонович/ М.: Лесная промышленность, 1968, с.304
47. Чепик, Ф.А. Определитель деревьев и кустарников: учебное пособие для техникумов/ Ф.А. Чепик / М.: Агропромиздат, 1985. - 232с.
48. Чупров, Н.П. Березняки европейского севера России. /Н.П. Чупров, Архангельск: СевНИИЛХ, 2008. – 386 с.
49. Чупров, Н.П. Березовые леса /Н.П. Чупров- М.: Агропромиздат, 1986-103 с.
50. Штоль В. А. Особенности вегетативного возобновления березняков лесостепи Западной Сибири / В. А. Штоль // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2016. Том 2. № 1. С. 92-103.
51. Щепотьев, Ф.Л. Быстрорастущие древесные породы / Ф.Л. Щепотьев, Ф.А. Павленко / М., Сельхозиздат, 1962, 373 с.
52. Оценка продуктивности древостоев / Д. В. Тишин. – Казань: Казанский университет, 2011. – 31 с.

Приложение

Приложение № 1. Распределение березы естественного возобновления по ступеням толщины на объекте № 1 (2017 год).

			диаметр, см				
2	3	4	5	6	7	8	среднее
3,5	4	5	5,5	7	7,5	7,5	3,5
3,5	4	5,5	5,5	7		7,5	3,5
3,5	4,5	5,5	6	7,5			3,5
3,5	4,5	6	6,5	7,5			3,5
3,5	4,5	6	6,5	7,5			3,5
3,5	5	6	6,5	7,5			3,5
3,5	5	6	6,5	7,5			3,5
3,5	5	6	7	7,5			3,5
4	5	6	7				4
4	5	6,5	7				4
4	5	6,5	7				4
4	5	6,5	7				4
4,5	5	6,5	7				4
4,5	5	6,5	7,5				4
	5	6,5	7,5				4,5
	5	6,5	7,5				4,5
	5,5	6,5	7,5				4,5
	5,5	7	7,5				4,5
	5,5	7	7,5				4,5
	5,5	7	7,5				5
	5,5	7					5
	5,5	7					5
	5,5	7					5
	5,5	7,5					5
	5,5	7,5					5
	6						5
	6						5
	6						5
	6,5						5

Приложение № 2. Распределение культуры ели по ступеням толщины на объекте № 1 (2017 год).

			диаметр,				
--	--	--	----------	--	--	--	--

			см				
1	3	4	5	6	7	8	9
3,5	3,5	3,5	4	3,5	5,5	6	7
3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,5	7	
	3,5	3,5	4,5	4,5	5,5		
	3,5	3,5	4,5	5	5,5		
	3,5	3,5	5	5	6		
	4	3,5	5	5	6		
	4	3,5	5	5	6		
	4	6	5	5	6,5		
	4,5	6	5	5	7		
	7,5	6	5	5,5			
		6	5	5,5			
		6	5	5,5			
		6	5	6			
		4,5	5	6			
		4,5	5	6			
		4,5	5,5	6			
		4,5	5,5	6			
		4,5	5,5	6,5			
		5	5,5	6,5			
			5,5	6,5			
			6	7			
			6	7			
			6				
			6				
			6,5				
			6,5				
			7,5				

Приложение № 3. Распределение березы естественного возобновления по ступеням толщины на объекте № 1 (2020 год).

		Диаметр, см			
2	4	6	8	10	12
4,5	4,5	5,5	8,5	8	10
4,5	4,5	5,5	8,5	8,5	
4,5	4,5	6	8,5	8,5	
4,5	4,5	6	9	9	
4,5	4,5	6	9	9	
4,5	4,5	6	9	9	
4,5	4,5	6		9	
4,5	4,5	6		9,5	
4,5	4,5	6		9,5	

4,5	4,5	6		9,5	
5	4,5	6,5		9,5	
5	4,5	6,5			
5	4,5	6,5			
5	4,5	6,5			
	4,5	7			
	5	7			
	5	7			
	5	7			
	5	7,5			
	5	7,5			
	5	7,5			
	5	7,5			
	5	7,5			
	5	7,5			
	5	8,5			
	5	8,5			
	5	8,5			
	5	8,5			
	5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	8,5			
	5,5	9			
	5,5	9			
	5,5				
	5,5				
	5,5				
	5,5				
	5,5				
	5,5				
	5,5				
	5,5				
	5,5				
	6				
	6				
	6				

	6				
	6				
	6				
	6				
	6				
	6				
	6				
	6				
	6				
	6				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	6,5				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7				
	7,5				
	7,5				
	7,5				
	7,5				
	7,5				

	7,5				
	7,5				
	7,5				
	7,5				
	7,5				
	7,5				
	7,5				
	7,5				
	8				
	8,5				
	8,5				
	9				

Приложение № 4. Распределение культуры ели по ступеням толщины на объекте № 1 (2020 год).

		диаметр		
4	6	8	10	12
4,5	4,5	6	9	9,5
4,5	4,5	6	9	9,5
4,5	5	6	9	
4,5	5,5	6	9	
4,5	5,5	6,5		
4,5	5,5	6,5		
4,5	5,5	7		
4,5	5,5	7		
4,5	5,5	7		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	7,5		
4,5	5,5	8		
4,5	5,5	8,5		
4,5	5,5	9		
5	5,5	9		
5	5,5	9		
5	5,5			
5	5,5			

5	5,5			
5	5,5			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6			
5	6,5			
5	6,5			
5	6,5			
5	6,5			
5,5	7			
5,5	7			
5,5	7			
5,5	7			
5,5	7,5			
5,5	7,5			
5,5	7,5			
5,5	7,5			
5,5	8			
5,5	8			
5,5	8			
5,5	8,5			
5,5	8,5			
5,5				
5,5				
5,5				
5,5				
5,5				
5,5				
5,5				
5,5				
5,5				
6				
6				
6				
6				
6				

6				
6				
6				
6,5				
6,5				
6,5				
6,5				
6,5				
6,5				
7				
7				
7,5				

Приложение № 5. Распределение культуры березы по ступеням толщины на объекте № 2 (2017 год).

			диаметр, см				
1	2	3	4	5	6	7	среднее
1,5	2	2,5	3	4	5,5	5,5	1,5
1,5	2,5	2,5	3	4	5,5	5,5	1,5
2	2,5	3	3	4,5	5,5	6	2
2	3	3	3	4,5	6	6	2
2	3	3	3,5	5,5	6		2
2	3	3	3,5	5,5	6		2
2	3,5	3	3,5	5,5	6		2
2	3,5	3	3,5	6	6		2
2,5	3,5	3	3,5	6	6		2
2,5	3,5	3	3,5	6			2,5
2,5	3,5	3	3,5	6			2,5
2,5		3,5	3,5	6			2,5
2,5		3,5	3,5	6			2,5
2,5		3,5	4	6			2,5
3		3,5	4				2,5
		3,5	4				2,5
		3,5	4				2,5
		3,5	4				2,5
		3,5	4				2,5
		3,5	4				3
		3,5	4				3
		3,5	4				3
		3,5	4				3
		3,5	4				3
		3,5	4,5				3

		4	4,5				3
		4	4,5				3
		4	4,5				3
		4	4,5				3
		4	4,5				3
		4	4,5				3
		4	5				3
			5,5				3
			5,5				3
			5,5				3
			6				3
			2				3,5

Приложение № 6. Распределение деревьев по диаметру на объекте № 2 (2020 год).

Культура березы	Самосев березы	Липа	Осина
2	2	2	4
2	2	2	4
4	2	2	4
4	4	2	4
4	4	2	6
4	4	2	6
4	6	2	8
4	6	2	
4	8	2	
4	10	2	
4		2	
4		4	
4		4	
4		4	
4		4	
4		4	
4		4	
4		4	
4		4	
6		4	
6		4	
6		4	
6		4	
6		4	
6		4	
6		4	

6		4	
6		4	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
6		6	
8		6	
8		6	
8		6	
8		6	
8		6	
8		6	
8		6	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
8		8	
10		8	
10		8	
10		10	
10		10	
10		10	
10		10	
10		10	
10		10	

10		10	
10		10	
10		10	
10		12	
10		12	
12		12	
12			
12			

Приложение № 7. Распределение культуры березы по высоте на объекте № 3 (2020 год).

ВЫСОТА, м
100
120
120
125
125
130
130
130
130
135
140
140
140
140
140
140
140
140
140
140
140
140
140
140
145
145
150
150
150
150
150

Приложение № 8. Распределение березы естественного возобновления по диаметру на объекте № 4 (2020 год).

[illegible]

4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
6
6
6
6
6
6
6
6
8
8
8
8
8
10
10
10
10
10
10
10
10
10
10
10
12
12
12
12
12
12
12
12
12

12
12
14
14
14
16