

НАО Торайгыров университет

УДК 630.563:242.4(574.25) (043.3)

На правах рукописи

АБИЛОВА ШОЛПАН БЕЙСЕМБАЕВНА

**Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula*
Roth.) в условиях лесостепи Восточного Казахстана**

6D060700 – Биология

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты:
доктор биологических наук,
профессор
Ш.М. Жумадина
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина
г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

Чоймаа Дуламсурен
доктор естественных наук,
профессор прикладной экологии растительности
Университет Альберта Людвига во Фрайбурге
г. Фрайбург, Германия.

Республика Казахстан
Алматы, 2022

СОДЕРЖАНИЕ	
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ	12
1.1 История возникновения классической дендрохронологии	12
1.2 Основные принципы дендрохронологии	14
1.3 Современное состояние дендрохронологических исследований	15
1.3.1 Дендрохронологические исследования березы повислой	17
1.3.2 Развитие дендрохронологической информации, построение дендрошкал	21
1.3.3 Развитие дендрохронологических методов, в изучении динамики воздействия климатических факторов на древесные растения	24
1.3.4 Дендрохронологические исследования изучения особенностей влияния климатических факторов	28
1.3.4.1 Атмосферные осадки	29
1.3.4.2 Температура воздуха	30
1.3.4.3 Солнечная активность	33
1.4 История развития анатомических и гидравлических методов исследования структуры годичных колец	35
1.5 Дендрохронологические исследования Российского и Казахстанского Алтая	37
2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА И ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
2.1 Характеристика района исследования	40
2.1.1 Современное состояние Катон-Карагайского государственного национального природного парка	40
2.1.2 Природно-климатические условия Катон-Карагайского государственного национального природного парка	42
2.1.3 Флора и фауна Катон-Карагайского государственного национального природного парка	49
2.2 Характеристика объектов исследования	53
3 МЕТОДИКА ОТБОРА И ОБРАБОТКИ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ	59
3.1 Методика исследований	59
3.1.1 Выбор древостоев, модельных деревьев и пробных площадей	59
3.1.2 Отбор дендрохронологических образцов	61
3.1.3 Обработка дендрохронологических образцов	62
3.1.4 Распознавание годичных колец	64
3.1.5 Перекрестная датировка дендрохронологических рядов	66
3.1.6 Индексация дендрохронологических рядов и построение	69

	обобщенных хронологий	
3.1.7	Использование прибора LINTAB-6 в дендрохронологических исследованиях	71
3.1.8	Применение возрастного бурава в дендрохронологических исследованиях	72
3.1.9	Методы дендроклиматического анализа	74
3.2	Материалы исследования	75
3.2.1	Дендрохронологический материал исследования	75
3.2.2	Методика исследования дендрохронологических образцов	77
3.2.3	Методика исследования анатомических срезов	84
	4 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	87
4.1	Характеристика пробных площадей	87
4.2	Анализ основных семейств флоры в ККГНПП	88
4.3	Изучение влияния климатических факторов на радиальный прирост древесины в лесостепи Восточного Казахстана	94
4.3.1	Влияние атмосферных осадков на радиальный прирост березы повислой	96
4.3.2	Влияние температуры воздуха на радиальный прирост березы повислой	106
4.3.3	Влияние солнечной активности на радиальный прирост березы повислой	115
4.4	Исследование цикличности, синхронности, и чувствительности дендрохронологических рядов	124
4.5	Определение возрастной структуры березы повислой (<i>Betula pendula</i>) и лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i>) в Катон-Карагайском национальном природном парке	127
4.6	Анатомические и гидравлические исследования березы повислой в Катон-Карагайском государственном национальном природном парке	129
4.7	Кластерный анализ древесно-кольцевых хронологий	140
	Выводы	143
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	144
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	162
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	164
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	168
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г	169
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д	172
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е	175
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	178

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 7.32 - 2001 (Межгосударственный стандарт) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
- ГОСТ 15.101-98 (Межгосударственный стандарт) Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.
- ГОСТ 7.1-84 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.
- ГОСТ 7.9-95 (ИСО 214-76) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования.
- ГОСТ 7.12-93 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила.
- ГОСТ 7.54-88 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Представление численных данных о свойствах веществ и материалов в научно-технических документах. Общие требования.
- ГОСО РК 5.04.034-2011. Государственный общеобразовательный стандарт образования Республики Казахстан. Послевузовское образование. Докторантура. Основные положения (изменения от 23 августа 2012 г. №1080);
- ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) относится к главным лесообразующим видам территории лесостепной зоны Восточного Казахстана и имеет большое экологическое и хозяйственное значение. В лесостепной зоне Восточного Казахстана берёза повислая является главной и преобладающей породой. По отдельным участкам она занимает от 40 до 90% лесопокрытой площади. Берёзовые леса здесь выполняют важные средообразующие и поле-почвозащитные функции, способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Берёзовые насаждения в лесостепных районах являются ценными природными системами, выполняющими в наибольшей степени комплекс экологических функций и обеспечивающих стабильность окружающей среды. [1, с. 155; 2, с. 51; 3, с. 3508; 4, 5, 6]

При тенденции глобальных изменений климата важно изучать динамику роста деревьев в различных лесорастительных условиях, что позволяет определять пределы адаптации древесных видов к меняющимся условиям среды. Временная изменчивость радиального прироста деревьев отражает влияние внешних и внутренних факторов. В тоже время исследования изменчивости радиального прироста древесины берёзы повислой в связи с климатическими параметрами на территории лесостепной зоны Восточного Казахстана не проводились, что подчеркивает актуальность изучения берёзы повислой дендрохронологическим методом [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Изменчивость радиального прироста (ширины годичных колец) древесных растений уже более ста лет изучаются и используются в дендрохронологии, археологии, климатологии, экологии, биологии и других науках, рассматривающих историю климатических изменений в природных экосистемах [16].

Годичные кольца деревьев как источник косвенных данных об окружающей среде позволяют реконструировать сезонные и годовые колебания ведущих экологических факторов и дают возможность работать с точными календарными датами, что привлекает внимание вследствие их широкого распространения и дает возможность произвести более детальный анализ [17].

Древесные растения, как долгоживущие организмы, непрерывно фиксируют экологически значимую информацию в структуре годичных колец и, следовательно, представляют собой природные архивы для изучения глобальных изменений в широком временном и пространственном масштабах [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25].

Дендрохронологические исследования сезонного формирования годичных колец деревьев представляет возможность установить, как факторы окружающей среды влияют на годичный прирост древесины и как процессы

формирования ксилемы определяют последующую анатомическую и гидравлическую структуру годичных колец [26, 27, 28, 29, 30].

На территории лесостепной зоны Восточного Казахстана леса являются основным достоянием национального природного парка и занимают около 34%, данные леса представлены в основном хвойными породами - это ель сибирская (*Picea obovata*), сибирский кедр (*Pinus sibirica*), лиственница (*Larix sibirica*) и пихта (*Abies sibirica*), из лиственных — береза повислая (*Betula pendula*) и осина (*Populus tremula*), большое разнообразие кустарников и полукустарников. Лесистость территории национального парка составляет – 33,8%, лесные культуры составляют 4,4% от покрытой лесом площади, а не покрытые лесом угодья составляют 17,9% лесных земель парка [31, 32, 33].

В настоящее время наиболее актуальными проблемами лесного хозяйства Республики Казахстан является оптимальное использование лесных ресурсов и своевременное внедрение новейших научных разработок в практическую деятельность. Одной из важнейшей задачей в комплексе данных проблем становится исследование посвященное вопросам состояния берёзы повислой и в особенности, факторам, влияющим на процесс формирования ее годичного прироста в лесостепных условиях Восточного Казахстана [1, с. 23; 2, с. 51; 3, с. 114; 4, с. 154; 5, с. 50; 6, с. 3507].

Дендрохронологические исследования березы повислой в плане оценки динамики прироста годичного кольца в условиях лесостепи ранее не изучались. Эти исследования можно рассматривать одним из актуальных направлений в проблеме изучения устойчивости лесов [4, с. 156; 5, с. 51; 6, с. 3509; 7, с. 77, 8, с. 290; 9, с. 52].

На сегодняшний момент леса на территории Восточного Казахстана недостаточно изучены в дендрохронологическом отношении. Изучение динамики прироста по ширине годичного кольца в различных экотопах Восточного Казахстана имеет большое значение для выявления климатических изменений, влияния климатических факторов на развитие древесных насаждений, а также для разработки мероприятий по охране и рациональному использованию лесных экосистем [4, с. 155; 5, с. 51; 6, с. 3510; 7, с. 78; 8, с. 290; 9, с. 52].

На территории Восточного Казахстана находится Катон-Карагайский государственный национальный природный парк (ККГНПП), который является особо охраняемой территорией, где основными лесобразующими породами являются береза повислая, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, кедр сибирский и пихта сибирская. Береза повислая является объективным индикатором изменений природной среды и климата. Несмотря на важность проблемы до настоящего времени не имеется достаточного научного обоснования режима ведения хозяйства в антропогенно-трансформированных лесах, не решена проблема создания надежных краткосрочных и долгосрочных прогнозов изменения климата и состояния лесных экосистем, не учитывается в лесохозяйственной практике циклическая

динамика продуктивности древостоев, что значительно меняет реальную картину воздействия лесохозяйственных мероприятий [4, с. 155; 5, с. 51; 6, с. 3509; 7, с. 78; 8, с. 291; 9, с. 52].

В настоящее время дендрохронологические исследования степени адаптации березы повислой к изменениям природной среды являются ценными для проведения экологического мониторинга, ранней диагностики повреждений лесов, при разработке мероприятий для лесных биогеоценозов и при ведении хозяйства в лесных экосистемах. Наши исследования решают важнейшие проблемы по сохранению лесных экосистем, а также адаптацию ведения лесного хозяйства к изменениям природно-климатических условий, направленных на преодоление негативных последствий антропогенных факторов [7, с. 79; 8, с. 291; 9, с. 53].

Антропогенные факторы, воздействующие на окружающую среду, вышли за национальные рамки, и в настоящее время проблема изменения климата рассматривается в качестве глобальной, имеющей планетарный, транснациональный характер. По прогнозам многих ученых в Казахстане смещение климатических зон к северу приведет к расширению пустынных и полупустынных зон и, соответственно, к сокращению степной и лесостепной зон. Также в группу риска попадают и горные районы Республики. Одним из важнейшим методом исследования в экологии и биологии является дендрохронологический метод. Использование дендроиндикационного метода для реконструкций природных обстановок прошлого, в частности климатического режима является обоснованным и достаточно перспективным [7, с. 79; 8, с. 291; 9, с. 53].

Следовательно изучение динамики прироста берёзы повислой в Восточном Казахстане является в настоящее время актуальным и поможет решению одной из важнейших проблем по сохранению лесных экосистем, а также адаптации путей ведения лесного хозяйства к изменениям природно-климатических условий [4, с. 156; 5, с. 50; 6, с. 3510; 7, с. 79; 8, с. 290; 9, с. 52].

Цель и задачи исследований. Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей прироста березы повислой под влиянием климатических факторов в условиях лесостепи Восточного Казахстана дендрохронологическим методом.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать динамику влияния особенностей климатических факторов на радиальный прирост древесины в условиях лесостепи Восточного Казахстана.

2. Провести анализ древесно-кольцевых хронологий березы повислой в Катон-Карагайском национальном природном парке.

3. Определить возрастную структуру березы повислой в Катон-Карагайском национальном природном парке.

4. Провести сравнительное анатомическое и гидравлическое исследование древесных пород в условиях лесостепи Восточного Казахстана.

5. Провести кластерный анализ древесно-кольцевых хронологий березы повислой в Катон-Карагайском национальном природном парке.

Научная новизна исследования. Впервые представлены новые дендрохронологические исследования о приросте березы в условиях лесостепи Восточного Казахстана. Показаны хронологии годичных колец древостоев отражающий общий региональный климатический сигнал, открывающих перспективы для построения обобщенной региональной хронологии по Алтайскому региону. Выявлено, что на территории ККГНПП произрастают старовозрастные деревья (береза повислая, лиственница сибирская и пихта сибирская), датирующиеся XVIII веком.

Обобщенные древесно-кольцевые хронологии позволили выявить высокую достоверную корреляцию и синхронность между хвойными и лиственными видами, а также с древостоями соседних участков, которые хорошо перекрестно датируются между собой. Выявлено, что преобладающей породой, произрастающей на исследуемых площадках Восточного Казахстана, является береза повислая. Впервые установлено, что в возрастной структуре березовых насаждений в заметном дефиците молодые деревья и старовозрастные деревья. При этом преобладают средневозрастные деревья от 30 до 70 лет, что свидетельствует об относительной молодости березовых насаждений. Анатомические и гидравлические показатели древостоев выявили особенности в строении годичных колец у лиственных пород и характеризуются как «здоровые».

Показано, что атмосферные осадки оказывают значительное влияние на формирование годичного прироста березы повислой, где наблюдаются положительная корреляция годичного прироста с атмосферными осадками. Положительное влияние на изменчивость прироста оказывают осадки июня и августа. Температура воздуха оказывает незначительное влияние на формирование годового прироста березы повислой, выявлена отрицательная корреляция с годичным приростом и температурой воздуха. Проанализирована связь прироста деревьев с циклическими колебаниями солнечной активности, наблюдаются положительная корреляция годичного прироста с солнечной активностью.

На защиту выносятся следующие основные положения:

1. Длительное воздействие атмосферных осадков оказывает значительное влияние на формирование годичного прироста березы повислой, где наблюдается умеренная связь корреляции прироста с атмосферными осадками, осадки июля и августа оказывают положительное влияние на изменчивость прироста березы повислой. Влияние климатического фактора, как температура воздуха вызвало отрицательную связь корреляции на формирование годичного прироста березы повислой в районе исследования, а влияние солнечной активности на радиальный прирост березы повислой показывает значительную и сильную связь прироста.

2. Многолетняя динамика прироста березы повислой показывает синхронную корреляцию радиального прироста во всех полученных хронологиях на исследуемых участках.

3. Возрастная структура распределения березовых насаждений по показателям кернов свидетельствует об относительной молодости березовых насаждений, так как преобладают средневозрастные деревья от 30 до 70 лет.

4. Сравнительный анализ анатомических и гидравлических исследований свидетельствует о стабильности и положительной динамике лесного генофонда.

5. Кластерный анализ показал, что при построении дендрограмм хронологии основных площадок образуют отдельный кластер, что свидетельствует о том, что на радиальный прирост деревьев существенное влияние оказывают особенности мест их произрастания (лесостепь и горные районы), которые определяют характер воздействия внешних факторов.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Результаты исследования вносят весомый вклад в развитие дендрохронологической и дендроклиматологической науки Казахстана и могут иметь прикладное значение.

Выполненные исследования расширяют базу дендрохронологических данных по региону Алтая и представляют начальный этап создания сети мониторинга лесного фонда на территории Восточного Казахстана.

Результаты работы могут быть использованы при прогнозировании годового прироста древостоев в лесостепной зоне и для сравнительного анализа влияния естественных факторов на древесную растительность в различных природных зонах. Исследования в данном направлении являются составной частью экологического мониторинга.

Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается большим объемом экспериментального материала с применением научно-обоснованных методик сбора и обработки исходных данных статистическими методами с использованием современных компьютерных программ, обеспечивающих согласованность результатов. Было заложено 10 пробных площадей. Отобрано более 1600 кернов древесины для дендрохронологических исследований и 220 веточек для анатомических и гидравлических исследований. Обработка собранного полевого материала проводилась стандартными дендрохронологическими методами с использованием статистического анализа.

Результаты исследований годичной изменчивости радиального прироста березы повислой (*B. pendula.*) могут быть использованы для оценки климатических изменений.

Полученные результаты могут быть использованы при проведении лесоводственных мероприятий по сохранению биологического разнообразия лесов. Выявленные закономерности роста разных форм березы повислой

могут быть использованы при проведении регионального мониторинга лесных экосистем.

Результаты исследований могут быть использованы на занятиях по дисциплине дендрохронология, в практическом курсе по лесоведению, в лекциях спецкурса по дендрохронологии и дендроклиматологии и в научно-исследовательских работах студентов, магистрантов и PhD докторантов.

Апробация работы: Основные теоретические положения и практические результаты диссертации докладывались и обсуждались на:

- Международная дендрохронологическая конференция «Русдендро-2014» (Бишкек – Чолпон-Ата, Кыргызстан, 2014 г.);

- Международная дендрохронологическая конференция: «Русдендро-2017». (г. Барнаул, Российская Федерация, 2017 г.);

- Международная научно-практическая конференция: «Сатпаевские чтения-2013 (г. Павлодар, Республика Казахстан, 2013 г.);

- Международная научно-практическая конференция: «Сатпаевские чтения-2014 (г. Павлодар, Республика Казахстан, 2014 г.);

- Семинар кафедры экологии растений Ботанического института им. Альберта-фон-Хёллера Геттингенского Университета им. Георг-Августа (Геттинген, Германия, 2013 г.);

- Семинар кафедры экологии растений Ботанического института им. Альберта-фон-Хёллера Геттингенского Университета им. Георг-Августа (Геттинген, Германия, 2014 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе:

1) 1 статья в журнале базы Scopus;

2) 1 статья – в издании индексируемом Web of Science Journal: Tree Physiology, Q1;

3) 1 монография;

4) 4 статьи в журналах, рекомендуемых ККСОН МОН РК;

5) 5 статей в международных научно-практических конференциях.

Связь данной работы с другими НИР и различными государственными и международными программами. Диссертационная работа выполнена в рамках международного научно-исследовательского проекта: «Forest regeneration and biodiversity at the forest-steppe border of the Altai and Khangay Mountains under contrasting developments of livestock numbers in Kazakhstan and Mongolia», осуществляющегося между Германией, Казахстаном и Монголией. Договор №31. 19.04. 2011 г. и договор №23 от 24.01.2014 г. между Павлодарским государственным университетом им. С. Торайгырова (г. Павлодар, Казахстан), Ботаническим институтом им. Альберта-фон-Хёллера Геттингенского Университета им. Георг-Августа (г. Геттинген, Германия) и Национальным университетом Монголии, кафедра биологии (г. Улан-Батор, Монголия).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 разделов, основных выводов, рекомендаций, списка использованной литературы состоящий из 257 источников, приложений. Диссертация включает 222 страниц текста, в том числе 53 рисунков и 17 таблиц.

Благодарность. Автор выражает искреннюю признательность отечественному научному руководителю, доктору биологических наук, профессору Шолпан Молдажановне Жумадиной за общее руководство и постоянное внимание при выполнении исследований, за ценные советы и поддержку. Также признателен зарубежному научному руководителю доктору Чоймаа Дуламсурен за неоценимую помощь и постоянное внимание к работе.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

1.1 История возникновения классической дендрохронологии

Впервые упоминания о годичных кольцах древесных растений можно найти в трудах «отца ботаники», эллинского мыслителя Теофраста (Теофраста), жившего в 372-287 гг. до нашей эры, ученика Аристотеля. В своем труде: «Исследование о растениях» он дает сводку ботанических и растениеводческих знаний своего времени. В том числе упоминает и о существовании годичных колец у древесных растений. Так он отмечает: «Пихта многослойна, вроде луковицы, под видимым слоем всегда есть еще другой - они и составляют целое дерево». Отмечается им это и в других местах, например: «Плотники говорят, что ядро есть в каждом дереве, виднее же всего оно у пихты: оно состоит у нее из круговых слоев наподобие коры» [34].

В «Трактате о живописи» составленном из записей Леонардо да Винчи в XVI веке, содержится следующий отрывок: «Круги древесных ветвей показывают число их лет и то, какие были более влажными и более сухими, смотря по большей и меньшей их толщине. И так показывают они страны света, смотря по тому, куда они обращены, потому что более толстые обращены более к северу, чем к югу и, таким образом, центр дерева по этой причине ближе к его южной, чем к северной коре. И хотя это живописи ни к чему, все же я об этом напишу, дабы опустить возможно меньше из того, что известно мне о деревьях». Труды Леонардо да Винчи оказали значительное влияние на течение научной мысли того времени [35].

Одним из первых наблюдений работы камбия древесных растений принадлежат Неемии Грю, английскому натуралисту. В своей книге: «Анатомия растений», вышедшей в 1682 году он изложил следующие наблюдения: «...Каждый год, - говорит он, кора дерева разделяется на две части и распределяется по двум противоположным путям. Наружная часть откладывается по направлению к коре и со временем становится сама корой. Внутренняя же часть коры ежегодно разрастается и присоединяется к древесине... Так, кольцо проводящих лимфу каналов коры на следующий год будет кольцом древесины, затем это же повторяется с другим кольцом каналов и древесины и так далее из года в год». Несмотря на то, что в то время еще отсутствовали четкие представления о камбии как самостоятельной ткани, механизм его работы Неемия Грю уже представлял верно. Представления о камбии как самостоятельном слое, занимающем промежуточное положение между корой и древесиной, были сформулированы французским лесоводом Духамелем [36].

Карл Линней основоположник современной биологической систематики также уделил некоторое внимание изменчивости годичных колец древесины.

В своем труде, опубликованном в 1747 г., отмечал что: «возраст большинства деревьев исчисляется по смоляным, или внутренним кольцам», а также что: «Летопись более суровых и легких зим определяется по внутренним кольцам у большинства деревьев, особенно у дуба» [37].

В работе сотрудника Петербургского ботанического сада Александра Шренка: «Путешествие к северо-востоку Европейской России через тундры самоедов к северным Уральским горам, предпринятое в 1837 г. Александром Шренком» уделяется внимание закономерностям изменчивости годовых колец. Второй том этого труда вышел в 1854 г., и, в частности, содержит сведения о том, что с южной стороны ствола дерева формируются более широкие годовые кольца, благодаря чему ствол дерева приобретает эксцентричность [38].

В книге: «О влиянии климата на возрастание сосны и ели» Л.Н. Бекетова, опубликованной в 1868 г. рассматривается проблема исследования изменчивости годовых колец. Ширина годового кольца интересовала его в первую очередь как индикатор механических свойств древесины. Бекетовым, в частности, отмечалось, что для полноценного изучения влияния климата на ширину годового кольца необходимо учесть еще и влияние почвы, от качественного состава которой ширина кольца также зависит. Его интересовала изменчивость годовых колец практически всех основных лесобразующих пород, но в своей статье он ограничился лишь хвойными: сосной обыкновенной, елью, лиственницей и сосной сибирской. Он отмечает, что породы различно реагируют на один и тот же экологический фактор, так он пишет: «Сырая почва способствует утолщению слоя елей, производя обратное явление у сосны. Кроме того, плотность древесины не у всех деревьев определяется тонкостью годовых слоев нарастания. Хвойные вообще становятся более плотными с уменьшением толщины слоев, лиственные часто наоборот». Помимо влияния климата, почвы и вида древесного растения Бекетов отметил роль фактора возраста: «Известно, что в начале сосна растет быстрее, образуя более широкие годовые кольца». Также Бекетов отмечает, что деревья, растущие на просторе дают годовые слои более широкие, чем деревья, растущие в сомкнутом лесном насаждении. Исследование Бекетова не было собственно дендрохронологическим - он не изучал колебания годового кольца от года к году, не рассматривал влияние погодных условий разных лет на ширину кольца. Влияние климата на ширину годового кольца им было рассмотрено в географическом аспекте, и, в итоге, он пришел к выводу, что чем севернее произрастает древесное растение и чем холоднее лето в данной местности, тем уже годовые кольца [39].

Д.И. Менделеев, занимаясь вопросами оптимизации объемов вырубki древесины для нужд железоплавильной промышленности, провел исследования роста хвойных и лиственных пород, используя для этого спилы, собранные в разных географических точках. Данное исследование Д.И. Менделеева опубликовано в 1899 г. Проблему влияния абиотических факторов

на прирост он излагает следующим образом: «На севере сумма света, получаемого ежегодно деревом в течение растительного периода, уменьшается, а потому можно ждать и уменьшаемого прироста...» [40].

В труде немецкого ботаника М. Бюсгена, опубликованном в 1897 г. имеется отдельная глава, которая носит название: «Годичное кольцо». Им были подробно рассмотрены закономерности изменчивости годичных колец в связи с фактором возраста и их положением в дереве. В данной книге много внимания уделено процессу дифференциации древесины в годичном кольце на раннюю и позднюю. С точки зрения дендрохронологии кажется важным обратить внимание на то, что М. Бюсгену было уже известно о существовании выпадающих и ложных годичных колец, также как и факторы, вызывающие их формирование [41].

Исследования многих ученых показали, что новым фактором годичного прироста является ветер. Годичные кольца на различных сторонах ствола имеют различную ширину. Неравномерное утолщение годичных колец у некоторых пород деревьев передается по наследству, в других же случаях это явление вызывается только внешними факторами разного рода.

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод, что к моменту зарождения классической дендрохронологии мировая наука уже обладала значительным объемом знаний, касающихся изменчивости годичных колец. Итак, к началу XX века работами ботаников и лесоводов были накоплены довольно разносторонние знания о факторах изменчивости годичных колец деревьев.

1.2 Основные принципы дендрохронологии

Основными положениями (принципами) дендрохронологии являются: закон лимитирующих факторов, отбор районов и местообитаний, чувствительность, перекрестная датировка, повторность и униформизм [42].

Суть закона лимитирующих факторов заключается в том, что биологические процессы, в частности рост древесных растений, не могут протекать быстрее, чем это позволяет внешним или внутренним фактором, находящимся в минимуме. В случае, если этот фактор в силу каких-либо причин переходит в разряд оптимальных, скорость роста будет увеличиваться до тех пор, пока другой фактор (или факторы) не станут лимитирующими. Согласно этому закону для дендрохронологического анализа наиболее пригодны те деревья, на прирост которых оказывает влияние тот или иной лимитирующий фактор, в предельном случае - только один [42, с. 17-19].

Принцип отбора районов и местообитаний является составной частью закона лимитирующих факторов. Он требует, чтобы при проведении дендрохронологических исследований образцы древесины брались у деревьев, которые произрастают в неблагоприятных и экстремальных климатических и почвенно-грунтовых условиях, где наиболее полно проявляется действие лимитирующих факторов [42, с. 17-19].

Принцип чувствительности применим при анализе любых временных рядов, но наиболее широко он используется при анализе древесно-кольцевых хронологий. В благоприятных для роста деревьев районах и местообитаниях формируются широкие годичные кольца.

Принцип перекрестного датирования является важнейшим в дендрохронологии и основывается на том, что древесные растения, произрастающие в пределах однородного в климатическом отношении района и величиной прироста сходно реагируют на изменения лимитирующих климатических факторов, в связи с чем у таких деревьев наблюдается синхронная изменчивость ширины годичных колец. Это позволяет производить абсолютную и относительную датировку каждого кольца с точностью до года у сравниваемых индивидуальных ДКХ, а также продлевать хронологии далеко в глубь веков [42, с. 17-19].

Принцип повторности использования информации не с одного, а с ряда модельных деревьев, является непременным условием точной датировки колец, построения надежных древесно-кольцевых хронологий и производства более точной реконструкции условий среды [42, с. 17-19].

Принцип униформизма (актуализма) применительно к дендрохронологии утверждает, что физические и биологические процессы, вызывающие изменения в росте дерева под воздействием факторов окружающей среды в настоящее время, вызывали подобные же изменения в прошлом. Этот принцип позволяет широко использовать древесно-кольцевые хронологии для реконструкции прошлых условий окружающей среды [42, с. 17-19].

1.3 Современное состояние дендрохронологических исследований

Основоположником классической дендрохронологии по праву считается американский астроном А.Е. Дуглас. Считается, что свои работы в области исследования годичных колец он начал около 1901 г. На начальных этапах его интересовало наличие взаимосвязи между изменчивостью годичных колец, колебаниями климата и солнечной активностью. Открытый им принцип перекрестной датировки позволил строить длинные хронологии, включая в анализ умершие деревья [43].

Опубликованная в 1914 году статья Дугласа заинтересовала археолога Висслера, это положило начало использованию метода перекрестной датировки в археологии для датировки ископаемой древесины.

Основанное Дугласом научное направление получило название дендрохронология. Его качественное отличие от всех иных направлений, связанных с изучением годичных колец – это обязательное знание календарного года формирования каждого годичного кольца [43, с. 25].

В 1937 году Дугласом в Аризоне была основана лаборатория «Исследования годичного кольца». «Общество изучения годичных колец», организованное также Дугласом с 1934 года начало издавать периодический

«Бюллетень древесных колец» (Tree-Ring Bulletin), издание которого продолжается и по настоящее время. Первыми учениками Дугласа были геолог В.С. Глок, а также астроном и климатолог Е. Шульман [43, с. 31].

Первыми дендрохронологическими исследованиями считаются работы американского ученого Д. Кюхлера (Kuechler, 1859), австрийского учителя гимназии Покорни (Pokorny, 1869), датского лесовода Д. Кептейна (Karpeyn, 1914) и русского климатолога Ф.Н. Шведова (1892) [42, с. 3-16].

Русским метеорологом Ф.П. Шведовым в опубликованной в 1892 году статье отмечалось влияние на ширину годичного кольца таких факторов как гидрографические особенности местности, возраст деревьев, радиус исследуемого слоя, радиус слоя последнего года. Исследования Шведова выполнялись в г. Одесса на спилах акации, колебания ширины годичных колец которой от года к году зависели, по мнению автора, от «...количества питательного вещества, всасываемого из почвы корнями и отлагающегося в форме клеток между корою и стволом дерева в течение растительного сезона [44]. Зная год, когда были спилены модельные деревья акации, Ф.Н. Шведов поставил ему в соответствие ближайший к коре годичный слой и далее датировал каждое годичное кольцо. Им также была осознана необходимость индексирования ширины годичных колец и предложен метод сглаживания направленный на удаление из временных рядов радиального прироста возрастного тренда.

В целом исследование Ф.Н. Шведова содержало в себе все основные принципы, на которых в последствии развилась классическая дендрохронология. Однако часть приемов классической дендрохронологии им еще не были четко обозначены, например принцип перекрестной датировки для контроля за правильностью распознавания годичных колец и датировки древесины с мертвых деревьев. Неизвестным осталось Ф.Н. Шведову существование выпавших годичных колец [45].

Зародившееся в трудах Дугласа новое, «реконструктивистское» направление исследования изменчивости годичных колец быстро приобрело популярность и в дальнейшем дендрохронологический метод развивался в основном в направлении климатологии и археологии, для решения же лесоводственных задач он применялся гораздо реже. Эта общая тенденция в дендрохронологии оказалась справедлива и для советской научной школы.

Первая дендрохронологическая лаборатория в СССР была организована в 1959 г. именно в Институте археологии АН СССР и занималась вопросами составления сверхдолгосрочных дендрошкал и датированием, представляющих историческую ценность образцов древесины [46].

Приоритетными исследованиями наиболее авторитетных исследователей советской научной дендрохронологической школы, являлись исследования древесных насаждений в экстремальных условиях произрастания, например, лесотундровые экосистемы.

Как отмечал С.Г. Шиятов, наблюдается общая тенденция, согласно которой наибольшее число исследований в области дендроклиматологии проведено на крайних пределах возможного произрастания древесной растительности, где лимитирующие рост факторы проявляют свое действие наиболее полно. Это южные, нижние, верхние и полярные пределы лесов, переходные зоны между массивами лесов и болот, между лесопокрытой территорией и водной поверхностью [47].

1.3.1 Дендрохронологические исследования березы повислой

Занимать большие территории березе повислой позволяет ее широкий экологический спектр. Береза устойчива к неблагоприятным климатическим условиям. Она лучше приспособлена к резким изменениям среды, что позволяет ей первой поселяться на вырубках и гарях [4, с. 156; 5, с. 51; 6, с. 3510; 7, с. 75; 8, с. 290; 9, с. 52; 48]. Береза повислая хорошо переносит низкие температуры и заморозки. Еще одно ценное свойство березы, отмеченное многими авторами, - сравнительно малая требовательность к плодородию и влажности почвы [4, с. 154; 5, с. 51; 6, с. 3507; 49]. Быстро занимать освободившуюся территорию после вырубки и пожаров ей позволяют следующие биологические свойства: интенсивный рост, особенно в первые годы жизни, светлюбивость и теневыносливость, высокая урожайность, хорошее вегетативное размножение (порослевым путем). Береза повислая одна из пород, которая наиболее рано начинает семяношение, в 4-6 лет в условиях свободного роста [4, с. 155; 5, с. 50; 6, с. 3508; 50]. Некоторые авторы полагают, что конкурентоспособность березы повышается благодаря формированию хорошо развитой корневой системы. Корневая система березы по объему и глубине распространения превышает корневую систему многих древесных пород. Такая корневая система делает березу очень ветроустойчивой [7, с. 77; 8, с. 290; 9, с. 52; 51]. К сравнению, у хвойных пород имеется поверхностное расположение корневых систем медленное освоение почвы корнями, а также малая поверхность сосущих корней ограничивают использование значительно большего объема почвы и не позволяют вовлекать в биологический круговорот достаточное количество питательных элементов [4, с. 153; 5, с. 50; 6, с. 3509; 8, с. 290; 9, с. 52; 52].

Благодаря своей морозостойкости и в целом нетребовательности к условиям среды береза образует березняки в подзоне лесотундры, где уже не могут произрастать другие древесные породы [4, с. 155; 5, с. 50; 6, с. 3509; 7, с. 78; 53]. Многие ученые отмечают, что с потеплением климата в XX веке ареал березы и таких хвойных пород, как ель и сосна, увеличивается с продвижением в зону тундры. Кроме этого многими исследователями отмечаются почвоулучшающие свойства березы [7, с. 78; 8, с. 290; 9, с. 52; 54]. Дискутируется вопрос о роли березы в смешанных древостоях (хвойно-лиственных): является она положительной или отрицательной. Одни считают, что береза угнетает хвойные породы, конкурирует с ними за питательные

вещества, подавляет их рост [7, с. 78; 8, с. 290; 55]. Другие авторы отмечают, что с включением березы в состав хвойных насаждений ускоряется биологический круговорот веществ, увеличивается его объем, снижается кислотность, улучшается режим питания, изменяется гумусовый профиль и плотность почвы. Примесь березы положительно сказывается на азотном питании сосны. Однако при этом в древостое березы должно быть не больше 30%. Исследователи отмечают, что в смешанном насаждении, состоящем из биологически разных пород, более полно используются производительные силы природы. Авторы отмечают, что в связи с этим необходимы правильная оценка процессов восстановления под пологом березняков и формирование древостоя на вырубках и гарях [4, с. 156; 5, с. 51; 6, с. 3509; 56]. Также был отмечен положительный эффект от произрастания березы повислой в защитных лесополосах вдоль дорог, на полях и в посадках, что связано с ее интенсивным ростом и пылеустойчивостью [6, с. 3506; 7, с. 78; 57]. Устойчивость березы повислой к промышленным эмиссиям подтверждается во многих исследованиях. Главным образом ее характеризуют как газоустойчивую породу. Благодаря этому она может использоваться для озеленения промышленных центров и для лесов рекреационного значения. Также установлено, что в зоне сильного техногенного загрязнения площадь хвойных лесов сокращается, а площадь березняков увеличивается. При этом у березы, наблюдается нормальный линейный рост [8, с. 290; 9, с. 52; 58].

Береза чрезвычайно сильно реагирует на интенсивность освещенности: с повышением освещенности повышается прирост дерева. Недостаток света для части деревьев в загущенных березовых насаждениях ведет к снижению прироста и к быстрому их отмиранию, в березняках наблюдается сильное самоизреживание. Береза повислая в процессе эволюции выработала способность сбрасывать в течение вегетационного периода часть «лишних» мелких ветвей или их верхушечную часть, наибольшее количество которых приходится на угнетенные деревья. Это улучшает рост оставшихся ветвей и повышает устойчивость и жизнеспособность особей в сообществе [6, с. 3510; 7, с. 79; 8, с. 290; 59]. Культуры березы необходимо сажать в сочетании с теневыми породами, которые формируют второй ярус и предотвращают задернение почвы, повышают устойчивость и рост березовых насаждений [8, с. 291; 9, с. 52; 60]. Причем светолюбие березы нельзя рассматривать однозначно. В молодом возрасте теневыносливость березы значительно выше, чем в зрелом [4, с. 155; 6, с. 3510; 8, с. 290; 9, с. 52; 61]. Береза является хорошим микоризообразователем. Эта особенность также позволяет ей успешно конкурировать с другими древесными породами и повышать продуктивность древостоя [4, с. 156; 5, с. 50; 6, с. 3509; 62].

Несмотря на широкие возможности хозяйственного использования и большое лесоводственное значение береза недостаточно изучена.

В отношении влажности древесины исследователями было выявлено некоторые закономерности. На ширину водопроводящей зоны дерева влияет

его возраст [63]. Влажность древесины зависит от диаметра дерева. Чем больше диаметр, тем меньше влажность древесины [64]. Содержание воды в древесине увеличивается от внутренней части ствола к внешней и от основания ствола к вершине. В пределах же кроны дерева количество воды в древесине увеличивается от вершины к основанию [4, с. 156; 6, с. 3506; 7, с. 79; 64, с. 26].

Оценку наземной биомассы для берёзы в условиях Норвегии провел Smith A. et al. [65]. Также Thomson A.M. et al. проводила сравнительный анализ структуры хлоропластов ДНК восточных североамериканских берез (*Betula lenta* L., *B. lutea* Michx.), был сделан вывод воздействия изменения климата на структурные элементы этих видов в Восточной и Северной Америке [66]. Изменчивость морфологии листа желтой березы (*Betula lutea*) к окружающей среде изучали такие ученые как Bruce P. Dancik, Burton V. Barnes. Они также изучали закономерности изменения листьев, взятых на различных участках, на которых произрастали березы [67]. Сравнительные фенологические наблюдения проводились за *Betula pendula* и *Betula pubescens* Т.Э. Куклиной (2011) при их совместном произрастании и на объектах с различными экологическими условиями, были определены условия, при которых возможна гибридизация видов в городских и пригородных древостоях [68].

Многочисленные дендрохронологические исследования по древесным растениям проводила Чоймаа Дуламсурен. Были исследованы водные отношения лиственницы сибирской, что показало, что деревья лесостепной зоны Северной Монголии и саурских гор часто страдают от засухи. Водоснабжение деревьев, растущих на горных хребтах лесостепной полосы сильно зависит от текущих осадков, так как корни не находятся в контакте с грунтовыми водами [69-73].

В статье Е.В. Колтунова, М.И. Хамидуллиной: «Тенденции динамики радиального пророста березы повислой и параметры энтоморезистентности» приведены данные, что в насаждениях с низкой энтоморезистентностью амплитуда радиальных колебаний прироста была достоверно выше по сравнению с этим параметром с высокой энтоморезистентностью [4, с. 154; 8, с. 3507; 9, с. 52].

Лобжанидзе Э.Д. и Габуния М.Д. установили, что техногенное загрязнение окружающей среды приводит к раннему прекращению камбиальной активности, уменьшению радиального прироста и содержания поздней древесины в годичных кольцах [8, с. 290; 9, с. 52; 74].

Работа Р.М. Хантемирова, Л.А. Горлановой, С.Г. Шиятова в изучении патологического образования в годичных кольцах можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.) позволила произвести реконструкцию повторяемости и интенсивности экстремальных похолоданий в течение вегетационного периода за последние 600 лет [75].

Установлены общие особенности изменчивости годовых колец у хвойных (ель и пихта) и лиственных (береза и осина) видов. Е.А. Ваганов, М.К. Хьюс, А.В. Шашкин, М.К. Арбатская показали эффективность применения дендрохронологического метода для анализа составляющих баланса углерода на разных временных этапах [42, с. 40; 76]. Также в работе Скомаркова М.В. и Ваганова Е.А., приведены результаты дендроклиматического исследования годовых колец ели, пихты, сосны, березы и осины, произрастающих в подзоне средней тайги Центральной Сибири [42, с. 42; 76, с. 32-47].

Установлена корреляционная связь радиального прироста пихты кавказской из различных высотных поясов с температурой различных месяцев теплого периода, А.В. Громадин (2000) обнаружил отрицательную связь с температурой теплого периода в целом [77].

В работе П.А. Тимофеева и А.Н. Николаева (1999) в условиях Якутии выявлены общие закономерности в пространственной неоднородности прироста древесных пород (лиственница, сосна). Статистический анализ древесно-кольцевых хронологий показал в изменчивости прироста значительный климатический сигнал [78].

Многими учеными были изучены патологические образования - ложные кольца, морозобоины, выпавшие кольца в годовых кольцах можжевельника сибирского, что позволило произвести реконструкцию повторяемости и интенсивности экстремальных похолоданий в течение вегетационного периода за последние 600 лет [79]. Выявлена связь радиального прироста деревьев со средними показателями температуры воздуха и количеством осадков за отдельные месяцы с сентября предыдущего по август текущего года. М.Г. Дорганова и А.В. Глызин провели дендроклиматические исследования в горно-лесном поясе хребтов Северной Монголии. Авторами был сделан долгосрочный прогноз динамики радиального прироста сосны обыкновенной и дана его климатическая интерпретация [80].

Е.А. Ваганов и Д.В. Овчинников представили ряд древесно-кольцевых хронологий до 437 лет по лиственнице сибирской в верхнем поясе горных лесов Горного Алтая (выше 2000 м над ур. м.). Анализ статистических характеристик хронологий выявил сильный климатический сигнал в изменчивости прироста [81].

Построена реконструкция степени увлажненности для разных сезонов года в различных секторах Субарктики В.С. Мазепа на основе имеющейся дендрохронологической сети в субарктической зоне Евразии оценил роль осадков в формировании величины прироста хвойных деревьев в разные сезоны года. Выявлена специфичность этого влияния в различных лесорастительных условиях [82].

Впечатляющие результаты исследований влияния генотипа и внешних факторов на анатомическое строение древесины различных древесных пород лесостепи получены Н.Е. Косиченко (1999). В частности, установлено, что у

хвойных ширина поздней части годичного кольца на протяжении всего периода роста дерева остается почти постоянной, а у лиственных кольцесосудистых - ранней части. Автор объясняет это явление жестким генетическим контролем наиболее прогрессивной (в эволюционном отношении) части годичного слоя. Для хвойных это - поздняя часть (поздние трахеиды), для кольцесосудистых лиственных - ранняя часть (сосуды). Следовательно, уменьшение ширины годичного кольца с возрастом (или в связи с изменением экологических условий) у хвойных происходит за счет ранней древесины, у лиственных - за счет поздней. В результате данного явления у хвойных с возрастом растет процент поздней древесины, у кольцесосудистых – уменьшается [83].

G. Strumid, R. Wimmer, F. Holawe изучили 313 деревьев сосны черной (*Pinus nigra*) на 29 участках севера Альп, в районе с низким количеством годовых осадков, суровыми зимами и продолжительными засухами. За последние 100 лет достоверно установлена связь формирования «ложных колец» с недостатком выпавших в мае осадков [84].

1.3.2 Развитие дендрохронологической информации, построение дендрошкал

В Европе и в США в настоящее время работает несколько крупных лабораторий, среди которых наиболее значительные - лаборатория дендрохронологии Аризонского университета и лаборатория дендрохронологии Лесо-ботанического института в Мюнхене. Которые добились значительных успехов в этой области.

В середине 50-х годов сотрудник дендрохронологической лаборатории Аризонского университета Эдмунд Шульман, исследуя вариации годичного прироста в связи с влиянием температур и влажности, обратил внимание на высокогорные породы хвойных деревьев, растущих в особо суровых климатических условиях и, в частности, в относительно засушливых зонах, так как годичный прирост в таких условиях более всего реагирует на количество осадков. В 1955 г. Шульман обнаружил в западных районах США несколько деревьев сосны остистой (*Pinus aristata*) возрастом более 4 тыс. лет [85].

В дальнейшем он продолжил поиски подобных деревьев в Белых горах на востоке центральной части штата Калифорния. Там хвойные породы деревьев произрастают на высоте более 3000 метров над уровнем моря и находятся в относительно засушливой зоне — с годовым уровнем осадков от 305 до 330 мм. Засушливость этих мест объясняется тем, что тихоокеанские циклоны, продвигаясь на восток вглубь континента, задерживаются склонами гор Сьерра-Невада и это приводит к выпадению здесь обильных осадков, а Белые горы, находящиеся далее на восток, и лежащая в них долина Оуэнз остаются как бы прикрытыми от них [85, p. 357-366].

Сочетание сухости, высоты и преобладания доломитовых почв привела к тому, что древесные растения здесь медленно растут, но долго живут. Кроме

того, смолистая и плотная древесина делает их устойчивыми к воздействию влаги и гнили. Постоянный уровень фотосинтеза дал деревьям возможность выдерживать в течение многих лет неблагоприятные климатические факторы. Пни и более крупные остатки мертвых (засохших) деревьев сохранялись в этих условиях тысячелетиями. Эдмунд Шульман начал сбор образцов от этих деревьев. После его смерти (1958) эта работа на некоторое время прекратилась, но в 1962 г. была возобновлена К. Фергюсоном и продолжается до настоящего времени [86].

В Америке ученые в силу благоприятных природных условий для дендрохронологических исследований на Американском континенте производили сбор исходного материала для составления дендрошквал в ныне растущих древесных насаждениях, используя живые деревья или высохшие, но стоящие в лесу, то в Европе из-за отсутствия в лесах многовековых видов деревьев основным объектом изучения, давшим соответствующие хронологические модели, были памятники архитектуры и разные археологические объекты [87].

Дендрохронологическим исследованиям в Европе в последнее время уделяла большое внимание группа ученых под руководством Бруно Губера, работающая в Лесо-ботаническом институте Мюнхенского университета [87, р. 54-80].

Образцы древесины для исследования сотрудники Мюнхенской лаборатории получили от деревянных конструкций средневековых каменных сооружений, в основном церковных и монастырских зданий. Они применили метод перекрестного датирования и временного наложения. Наиболее полная по количеству использованной древесины шкала для южных районов Германии простирается от современности до 942 г. н.э. [87, р. 84-86].

1100-летнюю дендрошкалу по хвойным породам, в основном по ели также методом перекрестного датирования составили ученики Губера. По образцам от древних зданий, расположенных в разных западных районах Германии, на севере Швейцарии и в других местах (более 20), Б. Беккер и В. Гиртц составили шкалу от современности до 820 года. Т. Levanić и К. Cufar (1998) построили 284-летнюю хронологию для пихты белой в Погорье (Словения), использовав 25 спилов здоровых деревьев и керны древесины 2-х старых зданий [88].

В Советском Союзе дендрохронологическими исследованиями занимались в дендрохронологической лаборатории Института археологии АН СССР, в дендроклиматологической группе Института ботаники АН Литовской ССР, в лаборатории дендрохронологии Всесоюзного научно-исследовательского института судебных экспертиз, в дендрохронологической группе Института экологии растений и животных Уральского филиала АН СССР, в лаборатории лесоведения АН СССР [89].

Дендрохронологическая работа шла по линии расширения территориальных регионов дендрошквал. Самой древней датой абсолютной

дендрохронологической шкалы Восточной Европы и Советского Союза остается дата новгородской шкалы, определяемая 884 г. н. э. Большие работы проделаны в Институте археологии АН СССР по составлению шкал на основе археологических источников. Сотрудница лаборатории дендрохронологии Н. Черных составила на массовом материале несколько абсолютных дендрошкал по западным и по северо-восточным районам Восточной Европы [89, с. 21-26].

Первая дендрохронологическая работа по составлению дендрошкал была проведена И. Замоториным в лаборатории археологической технологии Института археологии АН СССР в 1957 г. От бревен пяти погребальных камер Пазырыкских курганов в Восточном Алтае было отобрано 50 образцов. Все образцы одной породы (лиственница сибирская *Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.). Замеры годичных колец велись на поперечных спилах по двум радиусам. Методом перекрестного датирования была составлена плавающая дендрошкала протяженностью в 235 лет [89, с. 23-29].

На территории Ближнего Востока проводились работы группой исследователей Аризонской дендрохронологической лаборатории под руководством Бэнистера [90].

Начиная с 1950 года Пенсильванский университет вел раскопки города Гордиона - древней столицы Фригийской империи. Он расположен в Анатолии в 110 км на юго-запад от Анкары. В 1957 году был обнаружен большой могильник с огромными погребальными камерами, представляющими собой деревянные сооружения с двойными стенами, полом и двускатной крышей. Стены были сложены из толстых, иногда не отесанных бревен сирийского можжевельника (*Juniperus drupacea*). В 1961 году закончился сбор образцов (срезов и радиальных буровых проб), и затем Бэнистер, применяя метод перекрестного датирования, составил относительную хронологию протяженностью в 806 лет [90, р. 336-338]. Радиоуглеродные датировки проведены с большой методической тщательностью: образцы на анализ брались только от заболони, т. е. внешних колец дерева. Они дали дату 740-700 лет до н. э. Эта дата подтверждается обильным археологическим материалом. Таким образом, по образцам дерева из Гордиона была составлена дендрохронологическая шкала протяженностью с конца XVI в. до конца VIII в. до н.э. [90, р. 336-340].

В Швейцарии в 1958-1959 гг. во время раскопок свайного поселения Бургэшизее-юг. Было собрано более 1000 образцов древесины лиственных пород, среди них 52% дуба, 23% ясеня и другие породы. По образцам древесины дуба была составлена «плавающая» относительная хронология протяжением 340 лет. Датировка по радиоуглероду наиболее молодых образцов древесины дала время 2513 ± 250 лет до н.э. Временной интервал этой шкалы, простирается от 2853 до 2513 г. до н.э., т.е. охватывает почти всю первую половину III тыс. до н. э. со стандартным отклонением ошибки в +250 лет [91].

Интересные научные работы по дендрохронологии болотной сосны были проведены в Бельгии. В 1962 году в местности Тернойцен в слое торфа на глубине 2,5 метра на поверхности в 2 гектара было обнаружено 722 пня болотной сосны. Для дендрохронологического анализа было отобрано 56 образцов. 49 кривых колебаний годичного прироста дали очень хорошее сопряжение, и в итоге была получена хронология длиной в 242 года. Датировка по радиоуглероду дала время 2500-2300 г. до н.э. [92].

В России проведены две работы по составлению древних относительных «плавающих» дендрошквал на основе археологических материалов. Была составлена дендрошкала по шести образцам от бревен погребальной камеры Багдашанских курганов древесина (лиственница сибирская). Археологически эти курганы датируются V-IV вв. до н.э. Шкала охватывает 165 лет [93].

Другая шкала составлена по образцам от бревен погребальной камеры Оглахтинского могильника. Древесина (лиственница сибирская) очень хорошей сохранности. Археологически эти курганы датируются I в. до н.э. Составлена дендрошкала протяженностью в 185 лет [94].

Работа, Г.Б. Гортинского и А.И. Тарасова по установлению общегеографических закономерностей прироста еловых древостоев в подзоне южной тайги европейской части СССР представляет большой научный интерес. В их работе был сделан сравнительный анализ образцов с пробных площадей из Ярославской и Ленинградской областей [95].

1.3.3 Развитие дендрохронологических методов, в изучении динамики воздействия климатических факторов на древесные растения

Фриттс и др. (Fritts et al., 1965) проанализировали полутора тысячелетнюю хронологию лжетсуги (*Pseudotsuga menziesii*) из Меза Верде, Колорадо (Mesa Verde, Colorado, USA), с целью проверки гипотезы, согласно которой так называемая «великая засуха» периода 1276-1289 была настолько суровой, что привела к исчезновению местных поселений [96]. Была установлена связь прироста лжетсуги с осадками и температурой с марта по май, осадками октября - ноября, августа сентября и метеоусловиями предыдущего сезона роста. Исследователи нашли, что прирост в период 1276-1289 гг., известный как «великая засуха», по глубине и продолжительности существенно не отличался от других периодов пониженного прироста, которых за временной промежуток с 512 по 1673 гг. насчитывалось десять. Это позволило заключить, что засуха в этот период могла быть лишь одним из звеньев в цепи событий, заставивших доисторических людей в определенное время исчезнуть из Меза Верде [96, p. 9-10].

Б. Лакмен и Э. Ватсон (Luckman, Watson, 2001) реконструировали количество осадков по древесно-кольцевым хронологиям лжетсуги (*Pseudotsuga*) из канадских Скалистых гор. Для реконструкции были использованы три древесно-кольцевых хронологии и данные по трем метеостанциям, расположенным на высотах 1389, 1061 и 939 м н.у.м.,

суммированные для периодов с июня прошлого по май текущего года, с июня прошлого по июнь текущего и с августа прошлого по июль текущего года. Авторам удалось получить реконструкции, объясняющие от 50 до 60% дисперсии данных наблюдений. Более чем 500-летняя реконструкция осадков позволила выявить ряд сменявших друг друга сухих и влажных периодов и идентифицировать их для других регионов (штаты Вашингтон и Айдахо, США). Это позволило авторам установить, что синхронность низкочастотной составляющей осадков в этом регионе определяется особенностью циркуляционных процессов в атмосфере [97].

Для Нью Мехико, США, получена 2129-летняя реконструкция годовой (с июля прошлого по июнь текущего года) суммы осадков с использованием хронологий лжетсуги (*Pseudotsuga*) и сосны желтой (*Pinus ponderosa*). Было выделено несколько засушливых и влажных периодов, общая последовательность которых соответствует данным, полученным археологическими, стратиграфическими и палинологическими методами [98].

Стели и Кливленд (Stahle and Cleaveland) использовали хронологии по дубу (*Quercus stellata*), можжевельнику (*Juniperus virginiana*) для 300-летней реконструкции индексов гидрологической засухи Палмера (Palmer Hydrological Drought Index) за июль текущего года. Авторы также указывают на возможность использования древесно-кольцевых хронологий для изучения длительных колебаний в водных популяциях [98, p. 110-125].

Опыт комплексного исследования длительных климатических изменений в горах Сьерра Невада с использованием дендроклиматических, экологических и геоморфологических источников представили Л. Грамлих и А. Ллойд (Graumlich and Lloyd, 1996). Ими было выявлено за последние 4000 лет несколько длительных и суровых засух, длившихся по несколько десятилетий, которые нашли отражение, как в приросте деревьев, так и в колебаниях уровней озер и в геоморфологических структурах [99].

Р. Вилальба и др. (Villalba et al., 1998) получили длительные (400 лет) реконструкции сезонных и среднегодовых осадков для северной Патагонии используя 16 древесно-кольцевых хронологий по кедру (*Austroceadrus chilensis*). Реконструкции осадков за периоды с ноября по декабрь, с октября по март и с марта по февраль (годовая сумма) позволили установить, что в Патагонии наиболее экстремальные и длительные периоды пониженной и повышенной влажности приходились на двадцатый век. Корреляции полученных реконструкций с атмосферным давлением на уровне моря над территорией Южной Америки за период 1912-1984 гг. выявили влияние элементов субтропической и высокоширотной атмосферной циркуляции на изменчивость осадков в Патагонии, причем последние имели более значительное влияние в XX веке. Авторы связывают увеличение изменчивости осадков в течение XX века именно с усилением циркуляционных взаимодействий между средними и высокими широтами Южного полушария [100].

Почти тысячелетняя реконструкция среднего летнего ежедневного стока реки Белой, Арканзас, США была получена М. Кливлендом (Cleaveland). Модель реконструкции характеризуется весьма высоким показателем объясненной дисперсии - 68%. Реконструированные данные стока показывают значительные изменения гидрологического режима в прошлом в масштабе от погодичного до векового, а также изменчивость частоты сухих и влажных периодов во втором тысячелетии. На XIV и XX века приходится наибольшее количество экстремумов стока. Кливленд также указывает на возможное присутствие антропогенной составляющей в стоке реки в течение XX века проявляющейся как следствие сведения лесов на водоразделах, которое, по мнению автора, приводит к изменению гидрологического режима реки [101].

Для юга Великобритании 250-летние реконструкция речного стока на основе хронологий по дубу (*Quercus petraea* Q. robin) были получены Ф. Джонсом и др. [102].

Ч. Стоктон и Х. Фриттс (Stockton and Fritts, 1973), использовали древесно-кольцевые хронологии для изучения динамики уровня озера Атабаска за период с 1810 по 1967 гг. Моделью реконструкции уровня озера по древесно-кольцевым хронологиям ели объясняется от 57 до 80% колебаний уровня в различные периоды года [103].

Сеть дендроклиматических участков в районе Большого Соленого озера (США) была использована Д. Меко и Ч. Стоктоном (Meeko and Stockton, 1985) для реконструкции колебаний уровня озера. Они получили более чем 250-летнюю древесно-кольцевую реконструкцию уровня озера, которая объясняет 29% изменчивости ряда наблюдений. Данные о колебаниях уровня озера, реконструированные с помощью древесно-кольцевых хронологий, позволили заключить, что на большой территории окружающей озеро, наиболее влажный и наиболее сухой периоды имели место в начале XX века [104].

С. Сент. Джордж и Н. Найлсен (St. George and Nielsen, 2002) получили дендроклиматические реконструкции годовых (с августа прошлого по июль текущего года) осадков на основе региональной хронологии по дубу (*Quercus macrocarpa*) для южной Манитобы. Было выявлено, что увлажненность территории за последние 200 лет была относительно стабильной, в сравнении с периодом до 1790 г., хотя имели место два кратковременных периода ее увеличения. За период с конца XV по конец XX века авторы выделяют 10 наиболее сухих лет, когда годовая сумма осадков была значительно ниже средней. Сравнивая полученную реконструкцию осадков с озерным режимом в Миннесоте и Северной Дакоте, исследователи установили, что за последние 600 лет изменения климата на территории Великих равнин были когерентными, а отдельные засушливые годы связаны с метеорологическими явлениями в масштабах материка [105].

Для центрального и северного Китая М. Хьюзом и др. (Hughes et al., 1994) были получены реконструкции осадков мая-июня и апреля-июля с 1600 по 1988 гг. Для реконструкции использовались хронологии плотности и ширины

годовых колец сосны (*Pinus armandii*). В реконструированных сериях осадков были выявлены два периода наиболее сильных засух - в конце XVII и начале XX веков. Динамика осадков характеризуется доминированием высокочастотной составляющей (частоты от 2 до 9 лет). Осадки, реконструированные по древесно-кольцевым хронологиям, значимо коррелируют с региональным индексом сухости / влажности, основанном на документальных источниках [106].

Г. Джакоби и Н. Педерсон привели 350-летние дендроклиматические реконструкции осадков для территории центральной и северо-восточной Монголии полученные на основе древесно-кольцевых хронологий по сосне обыкновенной и лиственнице сибирской. Г. Джакоби и Н. Педерсон реконструировали на основе древесно-кольцевых хронологий среднегодовой расход воды реки Керулен (Монголия) за последние 350 лет. Дисперсия хронологий объясняет 48% изменчивости этого показателя. В динамике увлажнения были выявлены циклы около 12 и 20-24 лет. Авторы указывают, что увеличение количества осадков, произошедшее в последние десятилетия, не выходит за пределы диапазона длительных колебаний [107].

К. Вудхаус (Woodhouse, 1999) использовала для реконструкции весенних осадков в Колорадо технологию искусственных нейронных сетей. Основанием для использования этой нетрадиционной для дендроклиматологии техники стало предположение о том, что нелинейные модели должны лучше отражать связь радиального роста с климатическими факторами. Однако автору не удалось найти такую нелинейную модель, которая бы позволяла получить более надежную по сравнению с линейными моделями реконструкцию осадков. Тем не менее, с помощью нейронных сетей были получены 300-летние реконструкции осадков, объясняющие более 40% дисперсии данных наблюдений. Реконструированные данные фиксируют семь засушливых периодов - исторически документированную засуху, а также засухи, отраженные в других древесно-кольцевых реконструкциях для западных и центральных Соединенных Штатов [108].

Известен также опыт пространственных (дендроклиматографических) реконструкций элементов климата. Х. Фриттс (1976) представляет пространственные реконструкции атмосферного давления для Северной Америки за последние три столетия. Для анализа было выбрано 49 хронологий различных видов деревьев с участков, разбросанных на территории от Канады до Мексики. Климатические данные были представлены величинами атмосферного давления на уровне моря осредненными для зимних, весенних, летних и осенних месяцев. После определенных трансформаций массива данных были получены реконструкции изменчивости давления для каждой из ста точек. Наилучшие реконструкции атмосферного давления были получены для субтропических широт Тихого и Атлантического океанов и континента, где процент объясненной дисперсии для четырех сезонов года варьирует от 30 до 50% [17 p. 228-302].

Подобную работу по пространственной реконструкции летнего индекса засухи Палмера (PDSI), рассчитанного для 152 точек на континентальной территории Соединенных Штатов, выполнили Э. Кук и др. (Cook et al., 1996) используя пространственную сеть из 388 древесно-кольцевых хронологий, по 33 видам деревьев. Данная модель объясняет до 50% изменчивости PDSI (Индекс суровости засухи Палмера) в точке, длительность реконструкции - 300 лет [109].

Представляют большой интерес исследования В. Ла Марша, (1974), где приводится сравнение хода прироста сосны остистой (*Pinus longaeva*) на нижней и верхней границе леса (в первом случае лимитирующий фактор роста - увлажнение, во втором - температура воздуха). Ла Марш установил периоды синхронного и не синхронного роста деревьев в этих местообитаниях. При этом синхронные периоды соответствовали теплым влажным и отчасти холодным влажным периодам, а асинхронность роста четко проявлялась в теплые и сухие периоды. Ла Марш выявил периоды аномалий температуры и осадков, которые связал с особенностями атмосферной циркуляции в различные эпохи [110].

Ф. Бионди (2000) исследовал изменения во времени климатического отклика пихты дугласовой (*Pseudotsuga menziesii*), произрастающей в аридных местообитаниях (Айдахо, США), применяя скользящие и эволюционные (с пошагово увеличивающимся периодом анализа) функции отклика. Им был установлен некоторый сдвиг в климатической реакции деревьев на более ранние сроки с мая-июня на апрель, что автор связывает с положительным трендом мартовских температур в XX столетии [111].

1.3.4 Дендрохронологические исследования изучения особенностей влияния климатических факторов

На радиальный прирост древостоя оказывает воздействие чрезвычайно большое количество факторов. На древесные растения влияют такие факторы, как климатические факторы, факторы рельефа, типов леса, вредителей и болезней. В научной литературе накоплен значительный фактический материал по влиянию погодных факторов на радиальный прирост лиственных и хвойных древостоев. Дендрохронологические исследования изучения влияния климатических факторов на древостои были изучены многими учеными, в том числе Ваганов, Терсков, 1977; Молчанов, Смирнов, 1982; Битвинкас, 1974; Мелехов, 1979; Мазепа, 1982, 1999; Ваганов и др., 1985; Ваганов, Кирдянов, Силкин, 1999; Громадин, 2010; Савва, Ваганов, Милютин, 2002; Colenutt 1995; Schweingruber F. 1993; Koenig 1998; Розенберг, Феклистов, 1981 [21, с. 123-159; 112-124].

Относительная роль факторов внешней среды, оказывающих влияние на интенсивность прироста, сильно меняется в течение жизни дерева. Так, по исследованиям Н. Fritts, в начале вегетационного периода интенсивность прироста белого дуба зависит от дневной температуры воздуха, в середине

периода – от ночной, в конце периода – от дефицита влажности воздуха и почвы (Битвинскас, 1974) [124, с. 71-89].

Даже незначительные колебания температуры и осадков могут вызвать серьезные изменения в жизнедеятельности растений. Наиболее ценным объектом для мониторинга этих процессов являются древесные растения, которые благодаря длительному циклу развития способны накапливать информацию, зафиксированную в годичных кольцах [124, с. 11-29].

В монографии по дендроклиматическим исследованиям Теодора Битвинкаса (1974) ставшей классической приводятся данные о влиянии конкретных климатических факторов на изменчивость прироста сосны в разных типах леса. При дендроклиматическом анализе автором определяется синхронность в реакции индексов прироста с климатическими факторами [124, с. 9-34].

1.3.4.1 Атмосферные осадки

Атмосферные осадки имеют большое значение для роста и развития различных древостоев. Для древесных растений атмосферные осадки имеют огромное значение. Ни одно древесное растение без воды существовать не может. Всем жизненным функциям древесного растения необходима вода, она обуславливает течение всех физиологических процессов. Вода для древесного растения нужна как составная часть живой клетки, материал при фотосинтезе, растворитель минеральных веществ, а также для транспирации, которая понижает температуру тела растений и повышает концентрацию минеральных веществ в клетках. Атмосферные осадки оказывают сильное формирующее действие на внешний облик древесного растения, который, прежде всего, отражает условия водного режима [125].

В общем балансе атмосферных осадков главная роль принадлежит дождю, второе место занимает снег, третье - роса, туман, изморозь. На территории Восточного Казахстана для лесной и лесостепной зон количество выпадающих осадков в год колеблется от 300 до 700 мм.

При постоянном дефиците влаги в условиях лесостепной зоны реакция годичного прироста деревьев находится в прямой зависимости от влажности. При этом более чувствительны к количеству выпадающих атмосферных осадков деревья сухих местообитаний. Например, для сухих и болотных мест произрастания в некоторые периоды времени имеет решающее значение режим увлажнения, чем температурные факторы. В то же время учеными; С.В. Васильев, А.М. Перегон, Пугачев, Битвинскас, отмечено, что сосновые древостои на болотах и суходолах северной тайги Западной Сибири на изменения климата реагируют сходным образом. Сделано предположение, что лимитирующим фактором роста леса на олиготрофных болотах является не переувлажненность местообитаний, а иные факторы, наиболее вероятным из которых может быть недостаток элементов минерального питания [126, р. 127-128].

Российским ученым В.Е. Рудаковым (1980) найден коэффициент корреляции для годовых величин модульных коэффициентов годичного прироста и осадков. Довольно надежно прослеживается связь между колебаниями условий среды и изменениями годичного прироста в экстремальных условиях произрастания, где число лимитирующих факторов снижается до минимума (Шиятов, Полозова, Ловелиус, Битвинскас). Экстремальное влияние среды на годичный радиальный прирост наиболее сильно проявляются на болотных почвах, меньше - на почвах нормального увлажнения, и еще меньше - на влажных [127- 131].

К лимитирующим факторам, влияющим на текущий радиальный прирост, следует отнести семя - плодоношение, при котором существенная часть питательных веществ расходуется на формирование семян и плодов, что отражается на снижении ширины годичного кольца (Данилов, 1953). Не отрицая влияния семеношения на уменьшение годичного прироста по диаметру ели обыкновенной, Свидерская, Савчук и Воробьев (1979, 1999) установили, что вклад урожайности в изменчивость ширины годичного кольца мал по сравнению с влиянием климата. Это и приводит к тому, что урожайные годы могут сопровождаться как уменьшением, так и увеличением ширины кольца в зависимости от климатических условий. Для кедра сибирского определено, что репродуктивные хронологии, особенно у ветвей второго порядка, более чувствительны к воздействию внешних факторов, чем ростовые [132 -135].

Ф.З. Глебов и Громадин (2009, 1986) указывают, что на прирост наибольшее влияние оказывает ширина кольца прошлого года, июльская сумма осадков года, в котором сформировалось кольцо; средняя месячная температура этого года; температура августа и осадки за июль предшествующего года. Для пихты, произрастающей в верхнем ярусе, характерна более высокая синхронность колебаний радиального прироста, чем для бука, растущего во втором ярусе, и кроме климата, испытывающего еще и межъярусные взаимодействия внутри фитоценоза [136-137].

Природная зона лесостепи характеризуется сочетанием лесных и лесостепных участков. В Казахстане лесостепь протянулась с запада на восток неширокой полосой около 150-250 км, занимающей самую крайнюю северную часть нашей республики. Лесостепь в Казахстане представляет собой отдельные островки древесной растительности (колки), разбросанные среди степи. Казахстанская лесостепь занимает около 2,5% территории республики. Также необходимо отметить, что лесостепная зона южной части ККГНПП представлена колочными березняками и осинниками, зарослями тальников и прочих кустарников [4, с. 153-157; 138-142].

1.3.4.2 Температура воздуха

Развитие древесных растений, их рост и другие физиологические процессы совершаются в определенных температурных условиях. При этом

каждый вид древесного растения имеет температурные минимумы, оптимумы и максимумы для каждого физиологического процесса. Поэтому тепло является важным экологическим фактором, определяющим жизнь отдельного вида древесного растения, распределение видов древесных растений по земной поверхности, формирование типов растительности и лесов [125, с. 21-48].

Температурный режим в различных районах земной поверхности в течение года имеет различные значения, но подчинен определенной закономерности. Увеличение тепла происходит закономерно от полюсов к экватору, в результате на земной поверхности создается температурная зональность. В горных районах наблюдается вертикальная температурная зональность: с увеличением высоты над уровнем моря количество тепла уменьшается [125, с. 26-59].

Температурный режим в течение года и суток в различных районах сильно изменяется в зависимости от другого фактора - влаги. И по мере приближения к экватору тепло распределяется во времени более равномерно. Температурные условия, сочетаясь с различным водным режимом, усложняют явления климатической зональности, которые вызывают изменение растительности и распределение ее по зонам (тундра, лесотундра, лес, лесостепь и т.д.) [125, с. 37-68].

Температурный режим является климатическим и экологическим фактором первостепенной важности, однако, не оказывает формирующего влияния на внешний облик растения, его морфологические особенности в такой степени, как атмосферные осадки и солнечная активность [158, с. 32-56].

Для каждого вида древесных растений нужно различать две температурные границы: минимальную и максимальную, т.е. такие температуры, при которых прекращаются жизненные процессы в древесных растениях, и оптимальную температуру, наиболее благоприятную для жизнедеятельности древесных растений. Для различных физиологических процессов (фотосинтез, дыхание, рост) у одного и того же вида растения положение этих границ неодинаково. Различно оно и для фенологических фаз у древесных пород.

Например, рост побегов у ели и пихты начинается при температуре от +7 до +10°, а цветение - при более высоких температурах, выше +10°. Очень низкие зимние температуры -40-45° одни древесные породы переносят без вреда, другие породы повреждаются. При этом характер и степень повреждения у деревьев бывают различными. Вполне холодостойкие, совершенно не повреждающиеся низкими зимними температурами, переносящие морозы до -45-50°, а некоторые и ниже. К таким древесным растениям относятся лиственница сибирская и даурская, сосна обыкновенная, ель сибирская, кедры сибирский и стланиковый, можжевельник обыкновенный, осина, березы пушистая и повислая, ольха серая, рябина, ива козья, тополь душистый [125, с. 49-65].

Высокая температура вызывает высыхание или свертывание протоплазмы. У разных растений и в различных состояниях у одного и того же растения верхняя температурная граница различна. Большинство древесных растений имеют верхнюю температурную границу около $+35 + 40^{\circ}$ и реже до $+50^{\circ}$. Более высокую температуру лучше переносят растения, если они содержат мало воды (особенно семена и споры) или если они находятся в состоянии покоя (древесные растения пустынь) [125, с. 38-59; 171, с. 107-111].

При переохлаждении наружных частей ствола во время резких понижений температуры зимой иногда происходит продольный разрыв поверхности ствола и образуются морозобойные трещины, что ослабляет дерево и портит качество древесины.

Хвойные деревья иногда страдают от ранневесеннего нагрева, когда оттаявшая хвоя начинает уже испарять воду, а из замерзших частей ствола и корней вода еще не поступает. Такое явление называется солнечным ожогом, оно приводит к побурению более молодой, обычно однолетней хвои [125, с. 41-59].

По-разному относятся деревья к поздневесенним заморозкам, которые бывают в начале вегетационного периода, когда температура в нижних слоях атмосферы (до высоты 3-4 м) в ночное время снижается до $-3-5^{\circ}$. Тогда у молодых деревьев побеги, только что появившиеся после распускания почек, повреждаются в такой степени, что иногда совершенно отмирают; к таким породам относятся ель, пихта, дуб, ясень [125, с. 69-87].

С.Г. Шиятовым был установлен высокий коэффициент корреляции между средней температурой лета и приростом. Отмечено также, что при продвижении к южному Уралу связь уменьшается. Радиальный прирост лиственницы сибирской отличается большей зависимостью от температуры, чем у ели сибирской [143].

Большинство исследователей в дендрохронологии основное внимание уделяют эффекту воздействия температуры воздуха (Молчанов, 1976; Кайрюкшис, Юодвалькис, 1968; Пугачев, 1975; Шпалтэ, 1978; Рогальский, Черкашин, 1987; Priit, 1992; Ваганов и др., 2000) на примере локальных древостоев [7, с. 54-91; 144-151].

Также значительное количество публикаций посвящено изучению макроклиматической обусловленности динамики формирования многолетних рядов годовых радиальных приростов в пространственном и временном масштабах (Jacoby, D'Arrigo, 1996; Lindholm et al., 2017; Kalela-Brundin, 1999; Jacoby et al., 1999; Raspopov et al., 2004; Peters 1981). В приведенных выше исследованиях методология дендрохронологического анализа основана на усреднении серий годовых радиальных приростов для каждой пробной площади.

Очевидно, что использование в качестве эмпирической основы усредненных и сглаженных хронологий, построение соответствий с метеорологическими параметрами аналогичного рода позволяет выявить

наиболее общие эффекты климатического воздействия. При этом различные типы деревьев в пределах экосистемы характеризуются неоднородной реакцией на воздействие температуры воздуха [152 - 158].

1.3.4.3 Солнечная активность

Солнечная активность вносит свой вклад в современные изменения климата (Эйгенсон, 1963). С изменением высоты стояния солнца над горизонтом меняется и спектральный состав прямой солнечной радиации. Большая часть циклических изменений прироста деревьев связана с солнечной активностью (совокупностью физических явлений, происходящих на Солнце), проявляющийся на Земле через изменения циркуляции атмосферы, что в свою очередь, изменяет тепловой режим и условия увлажнения (Матвеев, 1999). При изучении динамики годичных колец можно дать комплексную оценку изменениям климата [159].

Отмечается, что рост деревьев по диаметру ствола имеет упорядоченный характер и обусловлен колебаниями активности Солнца с различной длительности. В динамике годичного прироста деревьев выявлены разные циклы солнечной активности (от 5 – 6 лет до 100 – 103 лет) (Комин, Douglas, 1941) [160-161].

Солнечной активностью принято называть совокупность физических явлений, происходящих на Солнце. На Солнце существует много процессов, характеризующих его активность. Наиболее явным признаком солнечной активности являются солнечные пятна (крупномасштабные темные образования на поверхности Солнца сравнительно низкой температуры, обладающие колоссальными магнитными полями) [162-165].

Пятна на Солнце появляются и исчезают в определенном ритме. Наблюдения за изменением числа пятен (в начале эпизодические, затем регулярные) ведутся в течение нескольких веков. В среднем период цикла пятен оказался приблизительно равен 11 годам (от минимума до следующего минимума) с колебаниями от 7 до 17 лет. В фазе минимума происходит смена полярности групп пятен, т.е. 11 лет – количественный период, а полный магнитный период – 22 года [162, р. 16-56; 163, р. 155-164; 164, р. 23-56; 165, р. 37-42].

Многими зарубежными учеными и исследователями установлена связь между приростом деревьев и показателями солнечной активности. В тоже время в ряде работ связь ширины колец с минимумами и максимумами циклов солнечной активности не выявлена [162, р. 23-61; 163, р. 155-164; 164, р. 31-69; 165, р. 37-42].

Важную роль в продуктивности фитоценозов играет приход фотосинтетически активной радиации, определяющей интенсивность фотосинтеза, дыхания, транспирации. Из анализа прироста по фазам интегральных характеристик физиологически активной радиации Н.В. Ловелиус установил, что изменение режима лучистой энергии является

значимым для прироста деревьев в южной тайге. Исследованиями Р.Н. Сабирова, проведенными в хвойно-широколиственных лесах Южного Приморья, установлено, что коэффициент корреляции между индексами прироста и рассеянной радиацией в сентябре составляет 0,50-0,68. Учеными Игнатьевой, Быковым (1969); Коминым (1978); Полюшкиным, Рыжковой (1979); Назаровым, Рябошапко (1985); Розановым, Прокудиной (2002); Нестеровым (1975); Ловелиус, (1972); Кайрюкштитс (1972) установлена отрицательная корреляция (-0,61) индексов прироста, которая наблюдается с годовой суммарной радиацией, положительная корреляция (0,29-0,40) - с термическими условиями весенне-летних месяцев, слабая отрицательная корреляция - с показателями влажности воздуха вегетационного периода [166-176].

Изучение связи прироста древесных растений с изменениями геомагнитной и солнечной активности является частью сложной и обширной проблемы солнечно-биосферных взаимодействий. Наличие в изменчивости прироста деревьев солнечно обусловленной цикличности выявил А.Э. Дуглас (Douglass, 1914, 1937, 1941 и др.) [176, p. 321-335; 177].

Наличие вековой цикличности в развитии лесной растительности лесостепи и изменении прироста деревьев по диаметру исследовал М.П. Скрябин (1946). В частности, он обнаружил, что различные древесные породы (сосна, дуб), в различных лесорастительных условиях реагируют на изменение природных условий не одинаково. Причины образования вековых циклов природных условий М.П. Скрябин видит в смене фаз векового цикла солнечной активности. Он отмечает, что периоды минимума и периоды максимума солнечной активности для лесостепи приходятся на периоды уменьшения количества осадков и учащения засух; прохождение ветви подъема солнечной активности сопровождается общим увеличением увлажнения и амплитуды колебаний в увлажнении и температурах; прохождение ветви спада солнечной активности, растянутое на более длительное время, сопровождается также некоторым увеличением количества осадков, главным образом, в середине этого периода [178].

С.И. Костин (1961, 1955, 1970, 1964, 1968, 1974 и др.) изучал колебания климата в Центральной лесостепи Русской равнины по данным прироста ясеня, дуба и других пород и обнаружил четкую связь циклических колебаний прироста деревьев с солнечной активностью. Из литературных данных известно, что влияние солнечной активности на прирост лиственных и хвойных пород деревьев в различных лесорастительных условиях, далеко не однозначно и требует дальнейшего изучения [179-183].

А.Л. Чижевский изучал циклы солнечной активности и в своих научных работах, утверждал, что солнечная энергия лежит в основе всего происходящего на Земле, он вывел и математически доказал влияние циклов солнечной активности на периодичность и интенсивность земных природных процессов. А.Л. Чижевский проанализировал большой исторический материал

и обнаружил корреляцию максимумов влияние циклов солнечной активности и массовых катаклизмов на Земле. Было установлено, что периодичность максимальных значений (циклов солнечной активности) изменяется в диапазоне от 8 до 16 лет, в среднем – 11 лет. Чижевский показал, что в периоды повышенной солнечной активности на Земле происходят различные климатические изменения [184].

1.4 История развития анатомических и гидравлических методов исследования структуры годичных колец.

В последние годы в дендрохронологических исследованиях формируется направление количественной анатомии древесины, в котором для индикации внешних событий в дополнение к ширине годичного кольца используются параметры его клеточной структуры [185-190].

От анатомических параметров (размеров клеток и их элементов) зависят функциональные возможности ксилемы. Тем не менее, ксилема является лишь малой частью сложной системы, которой является древесное растение как единый организм. Поэтому ее формирование происходит не только под прямым и косвенным влиянием факторов окружающей среды, но также связано с другими происходящими в растении процессами. Вид древесного растения, наличие запасов питательных веществ в других тканях, генотип – все эти внутренние факторы также вносят свой вклад в реакцию процессов формирования древесины на внешние условия. Поэтому расшифровка сложных, зачастую видоспецифичных механизмов взаимодействия внутренних и внешних факторов в процессе формирования ксилемы у древесных растений в настоящее время находится в фокусе исследований количественной анатомии древесины [191].

Изменчивость анатомической структуры годичных колец деревьев представляет собой адаптивную реакцию организма на изменения окружающей среды для достижения оптимального баланса между конкурирующими потребностями для выполнения механической, транспортной и запасающей функций (Свидерская и др., 2011; Gartner, 1995). Как было установлено в течение последних десятилетий, трахеиды годичных колец у хвойных видов деревьев и сосуды ксилемы у лиственных деревьев являются основными элементами транспортной системы и, изменения размеров этих параметров к факторам среды влияют на водный баланс растений в целом [192, 193].

Для древесных растений в целом, помимо гидравлической функции, большое значение имеет и механическая функция, оптимизация структуры ксилемы происходит за счет увеличения или уменьшения площади поперечного сечения стенок трахеид и соотношения ранней и поздней древесины в кольце (Свидерская и др., 2011) [192, с. 185-190].

Одним из возможных путей установить связь между изменениями окружающей среды и радиальным ростом деревьев является исследование

анатомической структуры годичных колец, скорости и продолжительности различных фаз формирования ксилемы, которые фиксируют условия разных промежутков сезона роста и по-разному регистрируют изменения в окружающей среде. Климатические прогнозы предполагают повышение температуры воздуха, уменьшение количества осадков и увеличение частоты экстремальных климатических явлений. Эти условия в различных природно-климатических зонах Северного полушария будут по-разному влиять на рост основных лесообразующих пород [194].

Устойчивость деревьев к засухе в решающей степени контролируется анатомией древесины, поскольку гидравлическая архитектура дерева определяет его способность поглощать достаточное количество воды для поддержания тургора клеток без снижения устьичной проводимости до такой степени, что это препятствует усвоению углерода деревом (Fonti et al.). Строение ксилемы, которая в первую очередь определяется диаметром и плотностью сосудов для транспорта воды, зависит от соотношения между потребностью в сосудах большого диаметра для обеспечения оптимальной проводимости воды и необходимостью предотвращения гидравлических повреждений сосудов. Было обнаружено, что деревья демонстрируют пластичную реакцию на межгодовую или пространственную изменчивость доступности воды за счет регулирования диаметра сосудов и, следовательно, потенциальной гидравлической проводимости. Нарушение гидравлической проводимости является результатом кавитации (образованию воздушных полостей) из-за нехватки воды и связано с диаметром сосудов лиственных и хвойных пород деревьев. Однако некоторые ученые утверждали, что отрицательная связь между диаметром сосудов и сопротивлением эмболии (пузырьки воздуха) является косвенной и определяется свойствами пор. У лиственных пород деревьев толщина пленки пор была определена прямым определяющим фактором безопасности ксилемы, тогда как у хвойных деревьев сопротивление кавитации возрастает с перекрытием торуса (поры, неутолщенные участки клеточной стенки), то есть отношением диаметра торуса к диаметру отверстия поры. Только лишь косвенный характер взаимосвязи между диаметром сосудов и устойчивостью к эмболии может объяснить, почему в ходе некоторых исследований не удалось обнаружить такую взаимосвязь [195-201].

Анатомические и гидравлические исследования на территории лесостепи Восточного Казахстана практически не велись, начатые нами исследования выявили, что суточный минимальный водный потенциал лиственницы сибирской (*Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.), господствующего бореального лесного дерева южной Сибири, северного Казахстана и северной Монголии, достигает или даже падает ниже точки нулевого тургора на участке в засушливые и жаркие летние периоды. Опушки лесов с отмирающими деревьями, которые все чаще наблюдаются на южной окраине насаждений лиственницы сибирской (*L. sibirica*) в лесостепи Монголии, подтверждают эти

данные. Дефолиация местных деревьев по причине нападения травоядных насекомых, включая непарного шелкопряда (*Lymantria dispar*), встречается в южной бореальной зоне, но не повсеместно. Напротив, гибель деревьев, предположительно вызванная засухой, в отсутствие насекомых-вредителей, огня или других стрессоров, в настоящее время является частым явлением в лесостепи Монголии. В работе Chenlemuge et al. было отмечено, что лиственница сибирская (*L. sibirica*) может реагировать на продолжительную засуху значительным сокращением биомассы тонких корней. Фактически, биомасса тонких корней, обнаруженная в этом исследовании, составляла 4-5 г/м², что является самой низкой массой корней, когда-либо зарегистрированной в лесах во всем мире, и в 40-100 раз ниже типовых значений для бореальных хвойных лесов. Отслоение тонких корней может являться механизмом предотвращения эмболии в ксилеме толстых корней, но также может быть причиной гибели деревьев, если поглощение воды снижается ниже критического уровня. При наблюдаемой приспособленности к засухе, отмечается уменьшение диаметра трахеид и снижение гидравлической проводимости, сопровождаемые сокращением доступности воды у лиственницы сибирской (*L. sibirica*) согласно исследованиям в зависимости от градиента осадков, а также в засушливые и многоводные годы [202, 203].

Анализ анатомических и гидравлических параметров клеток ксилемы является важным инструментом в понимании влияния факторов окружающей среды на рост деревьев и предоставляет ценную информацию об условиях произрастания в прошлом с высоким временным разрешением [204].

1.5 Дендрохронологические исследования Российского и Казахстанского Алтая

Российский Алтай – горы южной Сибири, достаточно перспективный район для построения длительных древесно-кольцевых шкал и реконструкции климата. Территория гор Алтая изучена в дендрохронологическом смысле достаточно дискретно. Однако, полученные хронологии показывают наличие мезоклиматического сигнала, что позволяет говорить об индикации динамики регионального климата и об интерполяции полученных данных на соседние территории [205-209].

Исследования на Алтае представлены двумя ареалами - Северо-западный Алтай: Семинский хребет и Центральный Алтай: Северо-Чуйский хребет и межгорные котловины. Можно выделить ряд ученых, использовавших дендрохронологический метод в своих исследованиях: Н.И. Быков, А.Ю. Бочаров, М.Ф. Адаменко, В.Н. Воробьев, В.С. Мыглан, А.Н. Назаров, и др., в результате были получены обобщенные древесно-кольцевые хронологии, используемые для реконструкции климатической изменчивости и динамики природной среды [205, с. 5-9; 206, с. 32-34; 207, с. 71-74; 208, с. 94; 209, с. 71-72; 210-212].

На данный момент построены сверхдлительные хронологии по живым деревьям, по древесине из природных отложений, археологических и архитектурных памятников Центрального Алтая: 1105-летняя хронология по Актру (Северо-Чуйский хребет), 1241-летняя хронология Актру-Корумду-Маашей, 1772 - летняя и 1896-летняя хронология Джело. Все древесно-кольцевые ряды построены по лиственнице сибирской, произрастающей на верхней границе леса Северо-Чуйского хребта и обнаруженной выше (высохшие стволы). Накопленный дендрохронологический материал позволяет создать 6000-летнюю хронологию, что расширит временные возможности палеоклиматических реконструкций [207, с. 72-75; 208, с. 22; 209, с. 77-85 208, с. 102-104].

Сравнение полученных хронологий Актру-Корумду-Маашей (северный склон Северо-Чуйского хребта) и Джело (южный склон одноименного хребта) дали некоторые различия в реакции на динамику летних температур. Из этого можно заключить, что фактор рельефа, а именно, экспозиция склонов определяет специфику дендроклиматического сигнала [207, с. 70-71].

Полученные длительные хронологии имеют выраженный мезоклиматический сигнал, что позволяет экстраполировать полученные результаты на территорию всего Алтая, преимущественно, на высокогорную часть [206, с. 22-25].

На территории Казахского Алтая дендрохронологические исследования ведутся с 2011 года совместно с немецкими учеными.

В 2015 году первая дендрохронологическая лаборатория Павлодарского государственного университета имени С.Торайгырова прошла сертификацию и была допущена к применению на территории республики Казахстан. В лаборатории работают ученые в данном направлении, магистранты и докторанты.

Дендрохронологическая лаборатория Павлодарского университета занимается исследованиями радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Северо-востока Казахстана. По данному направлению исследований опубликованы научные статьи Мапитовым Н.Б. и Жумадиловым Б.З.

Также на данный момент дендрохронологические исследования активно развиваются в Казахском агротехническом университете им. С.Сейфуллина, в Казахском научно-исследовательском институте лесного хозяйства и агролесомелиорации, в Казахском национальном аграрном университете.

В целом, подводя итог по обзору, необходимо отметить, что сферы использования дендрохронологической информации в лесоводственных и лесоводческих исследованиях, идет в интеграции лесоводства и дендрохронологии. Применение дендрохронологических, анатомических методов, расширение анатомо-экологического и физиологического подхода к изучению прироста деревьев и древостоев, динамики формирования годичных слоев в разных природных условиях и условиях, изменяемых антропогенными

факторами, имеет важное значение, для лесоведения и лесоводства, древесиноведения и для ряда других наук [206, с. 24-26].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА И ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика района исследования

2.1.1 Современное состояние Катон-Карагайского государственного национального природного парка

Район исследования расположен на территории ККГНПП Восточного Казахстана (рисунок 1).



Рисунок 1 - Карта Катон-Карагайского государственного национального природного парка

Здесь сосредоточено богатое видовое разнообразие флоры и фауны, а также сохранились виды, внесенные в Красную книгу Казахстана. По предварительным данным на территории природного парка произрастает свыше 1000 видов высших сосудистых растений. Леса, которые являются основным достоянием природного парка занимают 34% и представлены в основном хвойными породами. Это ель, сибирский кедр, лиственница и пихта, береза и осина, сосна обыкновенная, а также большое разнообразие кустарников и полукустарников [213].

ККГНПП учрежден постановлением Правительства Республики Казахстан № 970 от 17 июля 2001 г. Это крупнейшая в Казахстане особо охраняемая природная территория, ее площадь 643477 га [213, с. 25-54].

Национальному парку передано право постоянного землепользования на земельные участки общей площадью 515538 гектаров (га), принадлежавшие Берельскому и Катон-Карагайскому государственным учреждениям по охране лесов и животного мира в порядке универсального правопреемства.

Дополнительно предоставлены в постоянное землепользование земельные участки общей площадью 127939 га из земель запаса Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области (таблица 1) [139, с. 53-67].

Таблица 1 - Распределение территории ККГНПП по лесничествам

Лесничества	Площадь, га
Берельское	139246
Урыльское	16010
Арчатинское	72807
Беловское	78765
Медведское	9978
Алтайское	25302
Черновинское	75952
Усть-Язовинское	45534
Шынгыстайское	51944
Всего	515538

Земли национального парка отнесены к категориям земель особо охраняемых природных территорий, а имеющиеся на этой территории леса – к категории защитности «леса государственных национальных природных парков». Общая площадь национального парка составляет 643477 га, она в свою очередь разделена на две зоны: Заповедная зона – 151236 га; Заказная зона – 492241 га, которая подразделяется на две подзоны:

- рекреационного использования – 107173 га;
- ограниченной хозяйственной деятельности – 385068 га [139, с. 48-97].

За создание ККГНПП 3 июля 2003 года Правительству Республики Казахстан Всемирным фондом Дикой природы (WWF) был вручен Сертификат «Подарок Земле», который подтверждает правильность направления казахстанской политики в отношении расширения и создания сети особо охраняемых природных территорий в деле сохранения биологического разнообразия страны и нашей планеты [139, с. 25-51].

Территория национального парка расположена в пределах крупного горного региона Южный Алтай, который представляет горную страну с многочисленными хребтами, часто поднимающимися выше 3000 метров над уровнем моря, и увенчанных вечными снегами. В пределы Катон-Карагайского ГНПП вошли: южные макросклоны хребтов Листвяга и Катунский (южный и восточный склоны узла г. Белухи), западная часть высокогорного плато Укок в пределах Казахстана, хребты Южный Алтай, Тарбагатай (Алтайский) и Сарымсақты [139, с.13-44].

Установлены следующие границы парка: на севере и востоке парк граничит с Россией (Республика Алтай); на юго-востоке: с Китайской Народной Республикой; на западе граница проходит по реке Фарпусная (Шуршутсу) до сс. Медведка и Солдатово; на юге: граница проходит по северным склонам хребтов Южного Алтая: Сарымсақты, Тарбагатай, по

границе Музбельской лесной дачи Шингистайского лесничества и по административной границе Катон-Карагайского и Курчумского районов до границы с Китаем на юго-востоке [140, с. 97-143].

Самыми высокими хребтами являются Катунский, Южный Алтай, Тарбагатай (Алтайский), Сарымсакты, Листвяга, вытянутые цепью с востока на запад. Рельеф высокогорья Катунского и Южно-Алтайского хребтов альпийского типа с крутыми скалистыми склонами, моренами, карами, корытообразными долинами. Другие хребты имеют более сглаженный характер рельефа. Наиболее возвышенные части хребтов и плоскогорий покрыты обширными полянами снегов, а нередко и ледниками. Здесь расположено два центра современного оледенения – ледники Катунского и ледники восточной части хребта Южный Алтай, которые питают многочисленные горные реки [139, с. 14-48].

Территория национального парка обладает развитой гидрографической сетью. Основной водной магистралью является река Бухтарма, которая берет свое начало на высоком плоскогорье Укок, снабжает водой Бухтарминское водохранилище. Основные притоки в пределах национального парка рр. Калмачиха, Курту, Таутекели, Белая Берель, Сахатушка, Фадиха, Тихая, Черновая, Каменушка, Сарымсакты, Белая [139, с. 51-72].

В южной части национального парка наиболее значительными являются следующие реки: Кара-Каба, Арасан-Каба, Ак-Каба, текущие к югу. Упомянутые реки чаще всего прокладывают путь в живописных узких ущельях с крутыми, иногда скалистыми берегами, часто поросшие лиственничным лесом. Горные речки очень быстры, цвет воды поражает своей своеобразностью и красотой. Такие типичные ледниковые реки как Белая Берель, Бухтарма, имеют мутноватую воду, с молочно-голубоватым оттенком, который придает ей взмученный ил, получающийся вследствие истирания горных пород при движении ледника [141, с. 46-58].

На реках ККГНПП имеются несколько живописных водопадов: Коккольский, Рахмановский, каскад водопадов на реке Язовая. Наличие хребтов и разделяющих межгорных впадин обусловило здесь образование многочисленных озер. Их изумрудные зеркала придают неповторимую прелесть высокогорным ландшафтам, самые крупные из них: Бухтарминское, Рахмановское, Язевое, Маралье, и Черновское [140, с. 99-124, 141. с. 63-78].

2.1.2 Природно-климатические условия Катон-Карагайского государственного национального природного парка

Согласно схеме комплексного физико-географического районирования Казахстана и данным Сектора географии АН КазССР («Атлас Казахской ССР». Т.1-М. 1982 г.), вся территория национального парка отнесена к отдельному району, с присущими ему горными ландшафтами. В свою очередь она разделяется на достаточно четко выраженные крупные горные районы: Рудный и Южный Алтай [140, с. 97-112].

По схеме лесохозяйственного районирования территория национального парка отнесена к двум лесорастительным провинциям. Северо-Западная часть входит в Северо-Восточный среднегорно-высокогорный растительный район темнохвойной тайги, лугов и тундр Западно-Алтайской провинции. Остальная часть национального парка входит в состав горно-лесного лесорастительного района лиственных и смешанных елово-пихтово-кедровых лесов Южно-Алтайской провинции [141, с. 12-37].

Согласно схеме лесохозяйственного районирования Усть-Язовинское, Беловское, Медведское и Алтайское лесничества входят лесохозяйственный район – темно-хвойные леса Рудного Алтая, а Черновинское и Шынгыстайское, Урыльское, Берельское, Арчатинское лесничества в состав лесохозяйственного района – лиственничные леса Южного Алтая [141, с. 32-52].

Рельеф территории представляет часть обширной горной системы. Северную часть территории занимают южные склоны хребта Листвяга, который является водоразделом между реками Катунь и Бухтарма. Хребет входит в систему гор Рудный Алтай. Южная часть территории располагается на северных склонах хребтов Южного Алтая: Сарымсакты и Алтайский Тарбагатай [140, с. 119-125].

Климат на территории национального парка резко континентальный с суровой зимой и теплым летом, обуславливает в достаточной степени влаго-теплообеспеченность древесно-кустарниковых пород. Климатические характеристики в значительной степени зависят от абсолютной высоты над уровнем моря и экспозиции склонов. С высотой, как правило, понижается температура воздуха, повышается его абсолютная и относительная влажность, количество осадков, высота снежного покрова, наблюдается раннее наступление заморозков и более позднее их окончание, а также меньшая продолжительность безморозного и вегетационного периода. При одинаковых абсолютных высотах склоны северных экспозиции более прохладные и влажные по сравнению с южными склонами [140, с. 138-156].

Характерные черты климата района – это значительные суточные и сезонные колебания температур, неравномерность распределение осадков в течение года. Летом отмечается температура воздуха $+34^{\circ}\text{C}$, а зимой может опускаться до -44°C . Весной и осенью при вторжении арктических масс воздуха нередко отмечаются заморозки, от которых страдают не только сельскохозяйственные, но и лесные культуры [141, с. 35-47].

Распределение осадков по сезонам благоприятно сказывается на развитии растительного мира. Однако по годам осадки выпадают крайне неравномерно. В отдельные влажные годы сумма их может превышать среднюю норму в 2-2,5 раза, а в засушливые – наоборот. Относительно небольшая величина снежного покрова в Катон-Карагайской долине объясняется тем, что он сносится долинными ветрами [141, с. 54-67].

Постоянный снежный покров устанавливается через 20-25 дней после выпадения первого снега (в первых числах ноября). Продолжительность залегания снежного покрова составляет около 150-160 дней. Глубина промерзания почвы к моменту снеготаяния составляет порядка 1,0 метра. Годовая сумма осадков в разных районах колеблется от 600 до 1800 мм. Максимум их приходится на июль, минимум - на август [140, с. 149-162].

Зима здесь продолжительная, холодная. Жаркий летний день сменяется холодной ночью. Осадки распределяются неравномерно, наибольшее количество выпадает летом июнь-июль, минимум приходится на январь-февраль. Большое количество выпавших осадков в теплое время года, создает высокую влажность воздуха, что благоприятно сказывается на высокогорной растительности. Средняя годовая температура воздуха составляет +1,6°С при абсолютном максимуме +34°С и абсолютном минимуме - 44°С [140, с. 168-183].

Средняя глубина промерзания почвы в Катон-Карагае 67 см (от 47 до 100 см). Устойчивый снежный покров обычно образуется в начале ноября и разрушается в начале-середине апреля. Господствуют ветры восточного, юго-восточного направлений. Скорость ветра на территории национального парка изменяется в небольшом диапазоне от 3 до 5 м/сек. В осенние месяцы скорость ветра достигает 15 м/сек, но ветровая эрозия почв на территории лесного фонда не наблюдается [140, с. 188-199].

Наименьшая относительная влажность воздуха отмечается в апреле-мае. Эти месяцы на территории национального парка являются наиболее пожароопасными [140, с. 201-218].

Наиболее благоприятные климатические условия для древесно-кустарниковой растительности сложились в горно-лесной биоклиматической зоне, где успешно произрастает насаждения аборигенных пород: ели, пихты, лиственницы, кедра, березы, осины, различных кустарников [141, с. 7-23].

Климатические условия высокогорья (альпийская тундрово-луговая зона) не пригодны для произрастания древесной растительности. В естественном виде здесь встречаются стланики, ерники и мелкие кустарники. Лесостепная зона (южная часть национального парка) представлена колючими березняками и осинниками, зарослями тальников и прочих кустарников. Такие неблагоприятные явления погоды, как поздние весенние и ранние осенние заморозки, засухи, сильные ветры и значительная глубина снежного покрова отрицательно влияет на процесс естественного возобновления, создают трудности в лесокультурном производстве и выращивании посадочного материала, являются причинами ветровалов, буреломов, снеголомов, ограничивают ассортимент древесных пород при лесоразведении [140, с. 225-244].

Горная система Алтай в целом представляет собой арену стыковки монгольского степного, полупустынного и континентального западносибирского климатов. Разнообразие форм рельефа, влияние ледников,

сильная изменчивость температур, влажности и других климатических факторов при сложнейшей схеме циркуляции воздуха и инверсионных процессов приводит к образованию необычайной пестроты местных микроклиматов. В условиях равнины таким показателям соответствовали бы расстояния в сотни, а иногда и тысячи километров [140, с. 258-256].

Значительное разнообразие почвенно-растительного покрова на территории национального парка обусловлено наличием высотных биоклиматических зон и двух лесорастительных районов – Рудного Алтая [140, с. 218-227].

В высокогорной тундрово-луговой зоне распространены горно-луговые альпийские почвы небольшой мощности (30-50 см). Здесь задернованные участки чередуются с каменными россыпями и выходами скал [141, с. 10-17].

В лесной зоне под пологими хвойными лесами формируются горно-луговые кислые неоподзоленные почвы и их разновидности. Под смешанными и лиственными лесами с широколиственным надпочвенным покровом распространены горно-лесные светло-серые оподзоленные почвы. На открытых пространствах с травянистым покровом (пастбища, сенокосы) в основном имеют распространение горные черноземы, среди которых выделяются слабооподзоленные, выщелоченные, обыкновенные, южные [97; 99, с. 231-242].

В лесосмешанной зоне под покровом степных кустарников и на пастбищах формируются горно-смешанные ксероморфные выщелоченные почвы. В пределах пойменных речных террас, периодически затопляемых паводковыми водами, под покровом тальников и луговой растительности, выделяются пойменные аллювиального происхождения лесные и лесолуговые почвы [140, с. 115-132].

Особенности рельефа, почвенного и растительного покрова, морфологические, физико-химические характеристики встречающиеся на территории национального парка типов почв в разрезе лесорасширительных районов [139, с. 77-82].

Ливневые осадки, сильная расчлененность рельефа, крутые склоны в условиях национального парка создают потенциальные возможности эрозии почв на безлесных площадях с механическими повреждениями почвенного покрова. Однако эрозионные процессы на территории лесного фонда проявляются в небольших масштабах и в основном связаны с результатами хозяйственной деятельности. Основными причинами водной эрозии горных склонов разной степени интенсивности являются: грубые нарушения технологии лесозаготовок, бессистемный выпас скота, дорожное строительство без проведения инженерных изысканий. Необходимо отметить, что роль древесно-кустарной растительности в сохранении почв от водной эрозии является ни с чем не сравнимым по силе действия регулятором поверхностного стока, предотвращающим эрозионные процессы в горах и

долинах. Развитию эрозии препятствует также хорошо дренированные почвы и медленное таяние снегов в весенний период [139, с. 89-93].

Практически вся территория национального парка располагается в бассейне реки Бухтармы (Усть-Язовинское, Беловкое, Черновинское, Медведское, Алтайское лесничества и северная часть Шынгыстайского лесничества), Южная часть Шынгыстайского лесничества расположена в бассейне реки Каракабы. Основные притоки рек вместе с многочисленными речками и ручьями, впадающих в них, образуют довольно развитую гидрографическую сеть. Почти все ручьи и реки представляют собой типичные горные потоки с большими уклонами и быстрым течением. По характеру питания все реки относятся к смешанному типу: талые и грунтовые воды, дожди. Постепенное таяние снегов на разных высотах весной растягивает половодье. Максимальный расход воды приходится на апрель-май (иногда на май – июнь). На протяжении всего вегетационного периода нередко отмечаются дождевые паводки без возникновения селевой опасности [97, 101]. Наличие крутых склонов со сравнительно маломощными каменистыми почвами способствует формированию быстрого внутреннего стока. В то же время одной из главных особенностей гидрологического режима многочисленных ручьев и рек является их быстрая реакция на выпадение ливневых или слабых, но продолжительных дождей, которая выражается в быстром поднятии уровней воды [140, с. 109-114].

В зимнее время сток горных рек незначителен (около 10% годового), устойчивый ледостав, как правило, не наблюдается. Отмечается образование щуги и наледей [213, с. 40-44].

К рекам, пригодным для лесосплава, относятся: Бухтарма, Черемшанка (Язовая), Тесная, Черновая, Белая, Каракоба. По причинам экологического порядка и экономической нецелесообразности в перспективе сплав леса по горным рекам не предусматривается. В настоящее время вдоль перечисленных рек по берегам установлены запретные нерестовые полосы [213, с. 57-83].

Грунтовые воды в горах имеются в местах, где на коренных скалистых породах лежат толщи мягких наносов, глубина их залегания изменяется от 0,5 до многих метров. В поймах горных ручьев и нередко на склонах гор наблюдается выклинивания грунтовых вод в виде зеленых мокрых луговин и родников, дающих начало ручьям – притокам горных рек. Основными источниками питания грунтовых вод являются атмосферные осадки [140, с. 135-149].

Высокая степень дренированности почв, близкое залегание материнских пород и выход их на поверхность не создают условий для процессов заболачивания на больших площадях. Процессы заболачивания встречаются фрагментами. К болотам отнесены «сазы» - заболоченные низкотравные альпийские луга, переувлажненные участки по поймам рек и в местах с близким залеганием или выклиниванием грунтовых вод, бессточное

тросниково-осоковые понижения возле озер Черновое, Маралье [213, с. 125-149].

В порядке общего заключения следует отметить, что географические и почвенно-климатические условия района расположения национального парка благоприятствует произрастанию большинства аборигенных древесно-кустарниковых пород и травянистой растительности [213, с. 44-56].

Горный рельеф резервата сформировался в результате вертикальных движений крупных тектонических блоков в разные геологические эпохи. При этом каждый геологический этап развития земной коры оставил свои реликтовые формы рельефа. Самыми древними из них являются участки пенеплена - равнины, образовавшейся в мезозойско-третичное время на месте палеоалтайских гор. Рельеф этот, выраженный в виде плоских, будто срезанных вершин гор, сохранился на хребтах Южный Алтай и Алтайский Тарбагатай в интервале высот 2000-3000 м. В последовавшую затем эпоху оледенений окончательно сформировались современный облик поверхности, речная и озерная сеть. Определились также климатические условия, ландшафты, состав почв, фауна и флора. В настоящее время на территории национального парка имеется два центра оледенения: истоки р. Белая Берель на горе Белуха (Катунский хр.) и восточная оконечность хр. Южный Алтай. В истоках Берели насчитывается около 30 ледников. Крупных ледников два - Большой и Малый Берельские. На них приходится более 60% общей площади оледенения при средней толщине льда 84 м. Отдельные ледниковые потоки опускаются с вершин Белухи вниз до высоты 1984 м. На хребте Южный Алтай в истоках Бухтармы, Кара-Кабы и Ак-Кабы длина ледников достигает 3-4 км, а по общей площади и запасам льда (с учетом зарубежных территорий) этот центр оледенения даже превосходит по масштабам массивы ледников Белухи. Эти два центра оледенения оказывают огромное влияние на формирование современных климатических условий региона, выпадение осадков и фенологические процессы, происходящие в Юго-Западном Алтае [139, с. 52-59; 140, с. 115-129; 141, с. 21-35; 213, с. 45-50].

Большое количество осадков, поступающих благодаря зональному западному переносу воздушных масс, способствует наличию значительных запасов влаги, существованию сложной и разветвленной сети рек [139, с. 40-42; 140, с. 81-98].

Основную часть территории занимает бассейн р. Бухтарма, которая протекает в границах парка на протяжении около 200 км (общая длина 405 км) [141, с. 29].

Сложный горный рельеф обуславливает большое разнообразие климатических условий, с подъемом вверх от подножия гор к их вершинам происходят глубокие изменения климата. Меняется, прежде всего, температурный режим и чем выше мы поднимаемся в горы, тем становится холоднее. Кроме того, в горах он изменяется от экспозиции склона, а также близости расположения ледников [139, с. 38-65].

Высокая степень дренированности почв, близкое залегание материнских пород и выход их на поверхность не создают условий для процессов заболачивания на больших площадях. Процессы заболачивания встречаются фрагментами. К болотам отнесены «сазы» - заболоченные низкотравные альпийские луга, переувлажненные участки по поймам рек и в местах с близким залеганием или выклиниванием грунтовых вод, бессточное тросниково-осоковые понижения возле озер Черновое, Маралье. Торфяников на территории национального парка не имеется [213, с. 44-47].

В связи с большими абсолютными высотами пространственное распределение почвенно-растительного покрова национального парка подчинено закону вертикальной зональности (высотной поясности). В пределах территории выделяются четыре вертикальные природные зоны, которые включают в себя шесть поясов [213, с. 35-97].

Высокогорная нивальная зона занимает площади на крайнем севере и северо-востоке парка в пределах водоразделов Катунь - Бухтарма и Коксу - Бухтарма. Нижняя граница зоны совпадает с положением климатической снеговой линии и проходит на высоте около 2800 м над уровнем моря. Сформированный почвенный покров отсутствует. Включает в себя два пояса: нивальный пояс и субнивальный пояс [141, с. 32-38].

Высокогорная тундрово-луговая зона расположена на высотах 2000-2800 м. над уровнем моря в пределах высокогорного альпийского и сглаженного рельефа. Она включает в себя три пояса: горно-тундровый, горно-луговой альпийский и горно-луговой субальпийский [140, с. 136-338].

Горно-тундровый пояс – это область развития каменистых, мохово-лишайниковых, кустарниковых и травянистых тундр, которые формируются на горно-тундровых почвах. Гумусовый горизонт, как и весь профиль, выражен слабо [139, с. 44-49; 140 с. 44-58; 141, с. 28-36].

Горно-луговой альпийский пояс - область распространения умеренно-влажными альпийскими крупно и мелко травными местами замшелых лугов с куртинами ерника на горно-луговых альпийских дерновых и дерново-торфянистых и на горно-тундровых торфянистых вторичных почвах. Эти почвы обладают сравнительно высоким содержанием гумуса и азота, средней емкостью обмена, кислой реакцией водных и солевых суспензий [140, с. 73-76].

Горно-луговой субальпийский пояс в парке, как и на Южном Алтае в целом, имеет весьма ограниченное распространение. Горно-луговые субальпийские фитоценозы и почвы не создают здесь сплошного покрова и встречаются фрагментарно [213, с. 154-156].

Горно-лесная зона в пределах парка распространена в вертикальном диапазоне от 1200-1250 м до 2200-2300 м над уровнем моря. Она включает в себя два пояса: горно-лесной субальпийский, занимающий верхнее положение, и горный лугово-таежный, расположенный в нижней ее половине. Почвенный покров представлен горно-таежными кислоземами «холодными» и

мерзлотными, а также горно-лесными серыми, горными дерновыми и пойменными лесолуговыми почвами. В сравнении с другими разновидностями почв, эти почвы имеют меньшее содержание гумуса (9,1%) и азота (0,44%) [140, с. 48-63].

Горно-лесные темно-серые почвы распространены в нижней части горно-лесной и в лесо-лугово-степной зонах национального парка под лиственными, осветленными мелколиственно-лиственничными, реже сомкнутыми лиственничными лесами. Почвы отличаются высоким содержанием гумуса (до 19%) и азота (до 0,8%). Поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием, отчасти алюминием и водородом [139, с. 48-62].

Грунтовые воды в горах имеются в местах, где на коренных скалистых породах лежат толщи мягких наносов, глубина их залегания изменяется от 0,5 до многих метров. В поймах горных ручьев и нередко на склонах гор наблюдается выклинивания грунтовых вод в виде зеленых мокрых луговин и родников, дающих начало ручьям – притокам горных рек. Основными источниками питания грунтовых вод являются атмосферные осадки [139, с. 49-58].

Территория национального парка обладает развитой гидрографической сетью. Основной водной магистралью является река Бухтарма, которая берет свое начало на высоком плоскогорье Укок, снабжает водой Бухтарминское водохранилище. Основные притоки в пределах национального парка рр. Калмачиха, Курту, Таутекели, Белая Берель, Сахатушка, Фадиха, Тихая, Черновая, Каменушка, Сарымсакты, Белая. В южной части национального парка наиболее значительными являются следующие реки: Кара-Каба, Арасан-Каба, Ак-Каба, текущие к югу. Наличие хребтов и разделяющих межгорных впадин обусловило здесь образование многочисленных озер. Самые крупные из них: Бухтарминское, Рахмановское, Язевое, Маралье, и Черновское [213, с. 54-68].

2.1.3 Флора и фауна Катон-Карагайского государственного национального природного парка

Фауна национального парка также богата видовым разнообразием и включает 68 видов млекопитающих, 277 видов птиц, 3 вида земноводных, 6 видов пресмыкающихся, 9 видов костных рыб и более 10 тыс. беспозвоночных. О фаунистическом богатстве свидетельствует обитание в национальном парке 5 видов копытных - марала, лося, косули, кабарги, горного козла [103]. В поясе еловых лесов и редин гнездится типичная обитательница таежной зоны – кедровка. Из водоплавающих встречается утка – кряква и чирка. Среди позвоночных национального парка небольшую группу составляют амфибии и рептилии. Из амфибий - зеленая жаба и остромордая лягушка. Фауна рептилий представлена: прыткой и живородящей ящерицей, узорчатым полозом, обыкновенной гадюкой [214, с. 26-38].

Обычные виды: обыкновенная бурозубка, тундряная бурозубка, волк, лисица, бурый медведь, соболь, солонгой, ласка, горностай, степной хорек, американская норка, барсук, сибирская косуля, обыкновенная белка, серый сурик, серый хомячок, обыкновенный хомяк, восточно-азиатская мышь, плоскочерепная полевка, большеухая полевка, красно-серая полевка, красная полевка, водяная полевка, алтайский цокор, серая крыса, заяц-беляк, алтайская пищуха [214, с. 41-52].

Редкие виды: малая бурозубка, средняя бурозубка, равнозубая бурозубка, обыкновенная кутора, сибирский крот, ночница Брандта, ночница Иконникова, водяная ночница, бурый ушан, рыжая вечерница, северный кожанок, корсак, каменная куница, росомаха, колонок, речная выдра, обыкновенная рысь, снежный барс, кабан, кабарга, благородный олень, лось, козерог, архар, летяга, азиатский бурундук, длиннохвостый суслик, алтайская мышовка, мышовка Страутмана, ондатра, восточная слепушонка, домовая мышь, мышь-малютка [214, с. 56-68].

Видовой список птиц национального парка состоит из 277 видов [214, с. 70-79].

Особое значение ККГНПП имеет как ареал редких и исчезающих видов. Здесь обитают виды, которые внесены в списки Красной книги Республики Казахстан это: 4 вида млекопитающих: снежный барс, архар-аргали, каменная куница и ночница Иконникова; 20 видов птиц: горбоносый турпан, сапсан, сокол-балобан, скопа, беркут, могильник, филин, серый журавль, журавль красавка, алтайский улар; из рыб 1 вид - таймень; из беспозвоночных 2 вида: жужелица Михайлова и жужелица восхитительная [214, с. 81-88].

Флористический состав национального парка богат разнообразием растительности и представлен значительным количеством высших сосудистых растений (более 2000 видов), мхов, лишайников и грибов. Среди травянистых растений много реликтовых: ветреница алтайская, княжик сибирский, астрагал сладколистный, мятлик алтайский [214, с. 93-101].

Особую ценность представляют редкие виды, которые нуждаются в охране, а некоторые из этих видов (более 30 видов) находятся на грани исчезновения и занесены в списки Красной книги Республики Казахстан это: долгоног снеговой, ревень алтайский, кандык сибирский, тюльпан разнолепестный, башмачки крупноцветный, венерин настоящий, сибирка алтайская, плаун баранец, леонтица алтайская, пион степной, родиола розовая, левзея сафлоровидная, волчегодник алтайский [213, с. 124-132; 214 с. 106-117].

На территории ККГНПП выделяются 4 высотные природные зоны: нивальная (выше 2800 м над ур. м.), тундрово-луговая (2000-2800 м), горно-лесная (1200-2300 м) и лесо-лугово-степная (900-1200 м) [213, с. 136-141].

Высокогорная нивальная зона - отсюда открывается удивительный пейзаж, мощных горных кражей, контрастирующих белизной ледников и снежных горных вершин с глубокими провалами ущелий, прорезанных

горными реками. Нижняя граница этой зоны проходит на высоте около 2800 м. над уровнем моря, растительность поселяется на мелкозем, который накапливается в трещинах скал и между камнями каменистых россыпей, а также в углублениях склонов по периферии ледников и снежников. Для этой зоны характерны фрагментарные растительные сообщества, представленные лишайниками и высокогорными видами травянистых растений: первоцвет снежный, долгоног снеговой, пушица низкая, лютик алтайский. В субнивальном поясе, уже встречается в скалах, барбарис сибирский, смородина черная и смородина душистая, можжевельник ложноказацкий, жимолость алтайская, из травянистых растений: бадан толстолистный, камнеломка сибирская, лапчатка снежная, патриния сибирская, водосбор железистый и другие виды [213, с. 154-163; 214, с. 113-129].

Горно-тундровый пояс его верхняя граница проходит на 2800 м.н.у.м., а нижняя опускается до 2100 м абсолютной высоты. Верхний ярус занимают каменистые, мохово-лишайниковые, кустарниковые и травянистые тундры с мхами, мятликом алтайским, горечавкой холодной и кустарниками – березой круглолистной, жимолостью щетинистой, таволгой и карликовой ивой [213, с. 172-180].

Горно-лесная зона распространена в вертикальном диапазоне от 1200-1250 м до 2200-2300 м над уровнем моря. Она включает в себя два пояса: горно-лесной субальпийский, занимающий верхнее положение и горный лугово-таежный расположенный в нижней ее половине. В пределах этой зоны произрастают основные лесообразующие породы: сосна сибирская, лиственница, ель. Меньшие площади занимают леса из пихты, березы, тополя, осины и ив. Травянистый покров образуют злаковые, осока, черника и разнотравье [213, с. 176-183].

Для горной лесо-лугово-степной зоны характерны редкостойные лиственничные и смешанные (березово-лиственнично-осиновые) леса со злаково-разнотравным травостоем и кустарниками. Под пологом леса и на полянах распространены кустарники: бузина сибирская, таволга средняя, желтая акация, шиповник иглистый (таблица 2) [213, с. 181-196].

Таблица 2 - Преобладающие древесные породы ККГНПП, площадь занимаемой территории и общий запас древесины

Древесная порода	Древесина	Площадь занимаемой территории, га	Общий запас древесины, тыс. м ³	Итого общая площадь, га	Итого общий запас, тыс. м ³
Хвойные	Сосна обыкновенная	359	36,2	127097	21378
	Ель сибирская	12728	111,8		
	Пихта сибирская	26857	4381		
	Лиственница сибирская	49682	8056		

	Кедр	37471	7787		
Всего, %				58,5	
Мягколиственные	Береза	23101	1859	38669	2854
	Осина	15397	981		
	Тополь	100	87		
	Ива	71	5		
Всего, %				17,8	

Из злаков наиболее обычны ежа сборная, коротконожка сосновая, вейник. Разнотравье представлено ирисом русским, душицей, володушкой длиннолистной, подмаренником северным и другими видами [213, с. 201-112; 214, с. 132-139].

Лесистость территории парка составляет – 33,8%, лесные культуры составляют 4,4% от покрытой лесом площади, а не покрытые лесом угодья составляют 17,9% лесных земель [215].

Не лесные земли составляют 58,5% от общей площади парка. На долю сельхозугодий приходится 5,7% не лесных земель [215, с. 11-25].

Горные леса распространены на высоте от 2200 до 3200 м над уровнем моря. Это вечнозеленые кедр, ель и пихта, а также лиственница, которая на зиму сбрасывает свою хвою, а с приходом весны покрывается нежной хвоей. Из лиственных это белоствольная береза, тополь, осина и много видов различных ив, которые встречаются в пойме горных рек и ручейков, занимая заболоченные места (таблица 2). Кустарниковая флора насчитывает более 50 видов, малина, смородина, шиповник, таволга, ивы, ерник и др. [215, с. 11-56; 216].

Особенностью Казахстанского Алтая является уникальный набор ландшафтов: от пустынных и полупустынных в предгорьях, лесных и горно-таёжных в среднегорье, до горно-луговых и нивальных в высокогорье. Расположение на стыке географических провинций, природно-климатические условия, вертикальная зональность и труднодоступность местности, обусловили чрезвычайно богатое и сложное по происхождению видовое и ландшафтное разнообразие (таблица 3) [140, с. 142-158].

Таблица 3 - Распределение общей площади лесного фонда ККГНПШ по основным категориям земель

Земельные угодья	Категория земель	Площадь	Всего
Лесные угодья	Покрытые лесом	217301	267202
	В том числе лесные культуры	9592	
	Несомкнутые лесные культуры	2014	
	Лесные питомники и плантации	60	
	Не покрытые лесом:	47827	
	Редины	28857	
	Гари, погибшие насаждения;	8	

	Вырубки	653	
	Прогалины, пустыри	18309	
Не лесные угодья	Пашни	411	376275
	Сенокосы	8990	
	Пастбища	12038	
	Воды	4182	
	Сады	-	
	Дороги, просеки	319	
	Болота	283	
	Усадьбы и прочие	4440	
	Ледники	1503	
	Прочие земель	236109	
Общая площадь земель лесного фонда			643477

Территория Казахстанского Алтая, является частью Алтай-Саянского экологического региона. Благодаря своему уникальному ландшафту и биологическому разнообразию, этот регион входит в 200 приоритетных глобальных экологических регионов, определенных Международной Организацией «WWF Living Planet» [140, с. 97-112].

На данном объекте нами были выделены 10 пробных площадок из них 6 основных склонов в лесостепной зоне и 4 дополнительных площадок на горной территории. Получены хронологии по следующим видам древесных растений: береза повислая, лиственница сибирская, ель, пихта сибирская, сосна обыкновенная, осина, кедр.

Таким образом, в целом на территории ККГНПП нами были отобраны и обработаны керны более чем с 1600 учетных деревьев 7 видов.

2.2 Характеристика объектов исследования

Основным объектом нашего исследования является береза повислая (*B. pendula*). Но в силу того, что нами отбирались учетные деревья с определенных площадок, на которых также произрастают и другие виды древесных растений, у них также брались образцы кернов для исследования и сравнения, это следующие виды древесных растений: лиственница сибирская, ель, пихта сибирская, сосна обыкновенная, осина, тополь и кедр [217-219].

Береза повислая (*B. pendula*) принадлежит к секции Белых берез (*Albae*) семейства Березовые (*Betulaceae* S.F. Gray.). Род береза (*Betula* L.) включает более чем 140 видов [217, с. 3-15; 218, с. 10-14; 219, с. 25-56].

Многочисленные виды березы не только очень разнообразны по внешнему виду, но и неравнозначны по занимаемой территории и экологическим свойствам. Наиболее распространенным на территории Евразии является береза повислая (*B. pendula*) (рисунок 2) [217, с. 3-15; 218, с. 10-14; 219, с. 29-69].

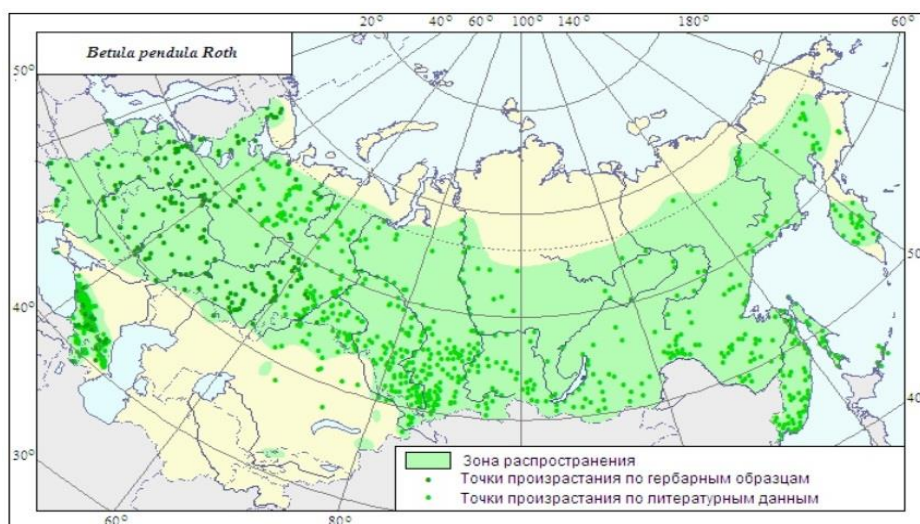


Рисунок 2 - Ареал распространения березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Основными видовыми признаками березы считаются: размер и форма листьев, наличие опушения или бородавок на молодых побегах, цвет коры, форма и размер плодущих сережек, размер крыльев орешка и др. [217, с. 2-15; 218, с. 9-14; 219, с. 58-74].

Береза повислая (*B. pendula.*) - листопадное дерево до 30 - 40 м высотой и диаметром ствола до 120-150 см. Крона ажурная, развесистая, неправильной формы. У взрослых деревьев ветви обычно свисают вниз, придавая кроне плакучую форму. Кора в верхней части ствола и в нижней части старых ветвей тонкая, белая, гладкая, легко отслаивающаяся. В нижней части ствола она более темная, в старости черно-серая, толстая с глубокими продольными трещинами. Древесина безъядровая, рассеяннососудистая, желтовато-белого цвета, твердая. Деятельность камбия наблюдается в начале фазы летней вегетации. Корневая система березы повислой сильно развита, но на маломощных почвах поверхностная, поэтому деревья нередко подвергаются ветровалу. На корнях березы повислой развивается микориза [217, с. 2-15; 218, с. 9-15; 219, с. 69-84].

Нарастание побегов симподиальное. Симподии образуются при подсыхании верхушечной вегетативной почки и при образовании мужского соцветия на удлинённых побегах. Укороченные побеги представлены двумя типами: симподиальные побеги с женским соцветием и укороченные моноподиальные побеги. Молодые побеги клейкие, густо покрытые восковыми железками. На побегах старых деревьев бородавок часто не бывает. Рост побегов начинается рано, однако уже в конце мая - начале июня основная часть побегов заканчивает свой рост. Хорошо развитые почки березы плотно прикрыты слегка клейкими чешуйками, местами с восковыми пленочками. Листовой рубец с тремя следами [217, с. 2-15; 218, с. 9-14; 219, с. 62-86].

Расположение листьев очередное. Листья у березы повислой простые яйцевидно-ромбические с широким клиновидным основанием и голым

листовым черешком, по краям двояко острозубчатые, у поросли иногда сердцелистные. Боковых жилок 5-7 пар. Для березы повислой, как и большинства древесных видов характерен аномоцитный тип устьиц (околоустьичные клетки отсутствуют). Почти все устьица располагаются на дорзальной стороне листа, больше всего устьиц в средней части листа, к периферии их количество снижается. Над крупными жилками устьица отсутствуют [217, с. 2-15; 218, с. 9-14]. Береза повислая (*B. pendula.*) - дерево однодомное, цветет в мае одновременно с распусканием листьев. Цветки раздельнополые, собраны в сережки. Плоды - продолговато-эллиптические орешки с 2 широкими перепончатыми • крыльями. Плодоносить начинает на открытых местах с 10-12 лет, в древостоях - с 15-20 лет. Наибольшая степень плодоношения наблюдается к 50 годам. Число хромосом $2n=2S$. В молодом возрасте береза способна размножаться порослью от пня [217, с. 2-15; 218, с. 9-14; 219, с. 89-106].

Береза повислая относится к видам лесостепной экологии. К климату довольно неприхотлива, холодоустойчива и жаровынослива, нетребовательна к почвенному плодородию, умеренно требовательна к влажности грунта, выносит высокую кислотность и повышенную до некоторой степени щелочность почв. Береза повислая - одна из наиболее светолюбивых древесных пород. Береза повислая сравнительно не прихотлива к условиям произрастания, обильным и ежегодным плодоношением, летучестью плодов и высокой всхожестью семян. Всходы березы повислой светолюбивы и не переносят заглущения травой, поэтому особенно часто появляются на месте костров, на гарях и запущенных пашнях [217 с. 2-15].

Лиственные виды деревьев в том числе и береза имеют большую чувствительность к атмосферным осадкам. На их радиальный прирост особое влияние оказывают осадки июня и августа, которые обеспечивают непрерывный рост ассимиляционного аппарата и формирование клеточной структуры годичных колец во второй половине сезона [218, с. 9-14].

Отмечена высокая популяционная изменчивость березы повислой. Культуры березы широко используются в озеленении, защитном лесоразведении и лесном хозяйстве. Флора березовых лесов отличается многочисленностью и большим фитоценотическим разнообразием [219, с. 92-106].

К. Арусте и К. Реа [220] рекомендуют использовать березу повислую в качестве индикатора степени техногенного загрязнения при фитомониторинге. Благодаря высокой пластичности к экологическим условиям береза повислая широко используется при облесении промышленных отвалов.

В отношении газоустойчивости березы повислой в литературе имеются противоречивые взгляды. Так некоторые ученые отмечают сильное повреждение березы дымовыми выбросами медеплавильного производства и относят ее к видам, не рекомендуемым для озеленения промплощадок. В.С.

Николаевский [221] отмечает неустойчивость березы к действию сернистого газа, хлора и среднюю устойчивость к окислам азота, аммиаку .

П.П. Чуваев и др. [222] отмечают, что в условиях техногенного загрязнения береза повислая является достаточно выносливым видом, она удовлетворительно выносит слабое постоянное загрязнение воздуха диоксидом серы и способна интенсивно поглощать его из атмосферного воздуха. Отмечается широкое распространение березы повислой в условиях техногенного загрязнения при смещении газовых атак на среднелетний период. Указывается, что березняки являются эффективным средством очистки атмосферы от газо-пылевого загрязнения.

Береза 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. Исследования, которые проводились на Европейском Севере в березовых насаждениях, в основном велись с таксационной точки зрения [223].

Береза является одной из наиболее быстрорастущих древесных пород лесов Казахстана. Плодоносить она начинает с 10-15 лет при одиночном стоянии на опушках и с 20-30 лет - в насаждениях [223, с. 18-36].

В своем обширном ареале береза мирится с неблагоприятными климатическими условиями, очень зимостойка и легко переносит как поздневесенние, так и ранневесенние заморозки. Мужские сережки, зимующие голыми, в отдельные годы могут повреждаться морозами.

В степной и лесостепной зонах Северного Казахстана березу повислую (борадавчатую) широко применяют для создания защитных и противозерозионных лесных полос. Ценится береза и в озеленении; особенно декоративны ее плакучие формы [223, с. 19-26].

Береза повислая (*B. pendula.*) - важнейший образователь березовых формаций в лесах Казахстана. Крупное дерево до 30-40 м высотой. Крона широкая, яйцевидно-коническая, часто со свисающими концами ветвей. У молодых деревьев кора ствола тонкая, гладкая с бронзово-медным оттенком, у старых - нижняя часть ствола покрыта толстой коркой с глубокими черноватыми трещинами, а верхняя - белой, гладкой, листовидной берестой. На ее фоне хорошо выделяются темные продольные или продольно-ромбические черные трещины. Почки мелкие, темные, яйцевидно-заостренные, слегка клейкие. Листья 4-7 см длиной, на удлинённых побегах и поросли треугольные, на укороченных - часто ромбические с оттянутой вершиной, черешок 2-3 см длиной. Сережки узкоцилиндрические; мужские - свисающие, располагаются по 2-4 на концах удлинённых побегов прошлого года; женские - очень тонкие, стоят вертикально на концах укороченных побегов [223, с. 26-48].

Так как нами отбирались учетные деревья с определенных площадок (20х20), в которых также произрастают и другие виды древесных растений, у

них также брались образцы кернов для исследования и сравнения, это следующие виды древесных растений: лиственница сибирская, ель сибирская, пихта сибирская, сосна обыкновенная, осина, кедр.

Лиственница сибирская (*Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.) - крупное дерево высотой 40-45 метров и диаметром ствола до 1,5-1,8 м. Хвоя длиной 3-5 см, мягкая, ушколинейная, ярко-зеленая с сизоватым налетом. Ареал лиственницы сибирской охватывает европейскую и азиатскую части севера России; в Сибири ареал простирается до низовьев Енисея на севере и Южного Забайкалья на востоке, а на юге захватывает Урал, Алтай и Саяны. В горах лиственница сибирская поднимается до высоты 2100-2500 м над уровнем моря и образует ассоциации с елью европейской и сибирской, сосной обыкновенной, осиной, березами. Продолжительность жизни 300-450 лет. Лиственница сибирская обладает широкой экологической амплитудой. В условиях севера своего ареала она переносит низкие температуры, мирится с недостатком тепла летом и коротким безморозным периодом, а на юге ареала растет в условиях повышенного температурного режима [224].

Ель сибирская (*Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.) - произрастает на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке и лишь южным краем ареала это растение уходит за пределы своего ареала в Монголию, Западный Китай и Восточный Казахстан. В горы поднимается до высоты 2100 м. Дерево высотой 20-30 м. Хвоя сохраняется 3-5 лет, ее длина от 0,7 до 2 см. Медленнорастущая, теневыносливая, газоустойчивая. Предпочитает средние по богатству и влажности почвы. Продолжительность жизни 250-300 лет. Высокодекоративна в одиночных и групповых посадках, в массивных и рядовых насаждениях. Отличается большим формовым разнообразием, встречаются такие формы, как светящаяся, голубая, желтая, длиннохвойная, плакучая [225].

Пихта сибирская (*Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.) – ареал распространения простирается от северо-восточных районов европейской части России через Урал, Западную и Среднюю Сибирь на северо-восток, до верховьев Алдана, и на юго-восток к Джунгарскому Алатау, захватывая Алтай, Саяны, Забайкалье. Дерево высотой 30-40 метров с характерной узкопирамидальной, густой кроной темно-зеленого цвета, В природе встречаются следующие формы: канделябровая, пирамидальная, плакучая, кустарниковая. Длина хвои до 3,5 см. Предпочитает почвы сильной и средней увлажненности (но не заболоченные), богатые, суглинистые известняки, незасухоустойчива, теневынослива, растет медленно, высокоморозостойка, однако не переносит весенних и осенних заморозков. Продолжительность жизни - около 200 лет [226].

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) - произрастает практически повсеместно, образует чистые и смешанные насаждения. Встречается с елью, пихтой, лиственницей, березой, осиной и другими древесными породами. Достигает высоты 20-40 метров. Длина хвоинок 4-7 см, растут по 2 штуки

вместе. Хвоя выделяет большое количество фитонцидов и других ценных веществ. В возрасте 20-40 лет нижние сучья отмирают, так как сосна обыкновенная очень светолюбива. Загрязнение воздуха и уплотнение почвы переносит плохо, растет быстро, морозоустойчива, не требовательна к почве и климату, может расти на бедных песчаных и каменистых почвах, на богатейших черноземах, на сухих песках и торфяных болотах. Размножается семенами. Продолжительность жизни - 300-400 лет [227].

Осина (*Populus tremula* L.) это крупное дерево до 35 метров высотой и 1 метром в диаметре. Является одной из основных лесообразующих пород. Особенно активно разрастается на вырубках. Ареал охватывает всю Сибирь, а также большую часть Европейской России и Дальний Восток, также произрастает в Казахстане, Китае, севере Кореи, в северной части Монголии. Осина не растет на сухих песчаных почвах, на заболоченных и мерзлотных почвах. В отличие от других тополей, осина не выдерживает длительного затопления и потому на низкой пойме не встречается [228].

Кедр (*Pinus sibirica* Du Tour) - занимает огромные пространства России, заходя своим ареалом в Казахстан, Монголию и Китай. Мощное красивое дерево высотой до 35 метров. Плотные пучки (из пяти хвоинок) темно-зеленой торчащей хвои длиной от 6 до 12 см создают густую крону. Деревья, растущие на открытых местах, начинают плодоносить с 25 лет, а в сомкнутом древостое - с 50. Теневынослива, влаголюбива, выносит умеренное заболачивание, растет медленно, живет до 500-800 лет [229].

Таким образом, в целом на территории ККГНПП нами были отобраны и обработаны керны более чем с 1600 учетных деревьев разных видов.

3 МЕТОДИКА ОТБОРА И ОБРАБОТКИ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ

3.1 Методика исследований

3.1.1 Выбор древостоев, модельных деревьев и пробных площадей

Существует два подхода к отбору древостоев и деревьев. Первый из них заключается в том, что используются лишь деревья, произрастающие в пределах пробной площади или однородного участка. В этом случае в древесно-кольцевых хронологиях в максимальной степени содержится информация об изменчивости условий в границах данного участка. Такой подход широко практикуется при проведении дендрохронологических исследований с лесоводственным уклоном. Суть второго подхода состоит в том, что модельные деревья берут на разных, находящихся на некотором удалении друг от друга участках, принадлежащих к одному типу леса. Обязательным условием является то, чтобы эти участки были расположены в пределах однородного по климатическим и ботанико-географическим условиям района [230]. Второй подход используется при проведении дендроклиматических исследований, когда в древесно-кольцевых хронологиях необходимо выявить климатические сигналы с больших территорий (мезо - и макроклиматический сигналы) и свести к минимуму влияние случайных и локальных сигналов. Для дендроклиматических целей наиболее пригодными являются отдельно растущие деревья или одновидовые, одновозрастные, одноярусные и малосомкнутые древостои (например, сосновые и лиственничные леса, редколесья и редины). В таких древостоях фактор конкурентных отношений между деревьями оказывает меньшее влияние на величину и изменчивость радиального прироста древесины по сравнению с густыми и сложными по составу и структуре древостоями [230, с. 21-45]. Желательно, чтобы древостои не подвергались воздействию таких факторов, как пожары, ветровалы, рубки, техногенные загрязнения, поражение патогенными грибами, массовое размножение насекомых-вредителей и др. Особое внимание следует обращать на постоянство почвенно-грунтовых условий (отсутствие процессов заболачивания, иссушения, смыва и уплотнения почвы). Господствующие деревья лучше отражают изменение климатических условий, поэтому образцы древесины с них берутся в первую очередь. Образцы лучше брать у прямоствольных деревьев, не подвергавшихся механическим, огневым и другим воздействиям [230, с. 26-49].

Исключение влияния неклиматических факторов можно производить на стадиях индексирования и усреднения древесно-кольцевых хронологий, но крайне важно и во время отбора древостоев и модельных деревьев собрать наиболее полную информацию о времени и интенсивности воздействия таких факторов. Например, если древостой подвергся воздействию пожара или ветровала, то желательно взять специальные образцы древесины для

датировки этих событий и оценить интенсивность их воздействия [230, с. 34-57].

Если стоит задача выявления роли неклиматических факторов, то критерии отбора древостоев и деревьев будут совершенно другими. Наиболее пригодными будут те из них, которые подвергались интенсивному и неоднократному воздействию таких факторов. В каждом конкретном исследовании специалист должен знать характер воздействия того или другого фактора на древостой и деревья и на этой основе производить отбор подходящих объектов. Например, наличие пожарных подсушин в нижней части стволов является основанием для проведения работ по датировке времени прохождения низовых пожаров в прошлом [230, с. 44-68].

Если интенсивность воздействия фактора изменяется в пространстве направленно, то выбор древостоев для изучения реакции прироста производится вдоль градиента воздействия. Такое расположение опытных древостоев используется, например, для оценки воздействия точечных источников загрязнения воздуха. При этом следует иметь в виду, что даже в пределах одного древостоя воздействие воздушных загрязнителей будет различным в зависимости от того, в какой части лесного участка расположено дерево и каково его положение в фитоценозе [230, с. 26-38].

Наибольшему воздействию подвергаются опушечные и наиболее высокие деревья, а наименьшему – деревья, находящиеся в центре лесного участка и не возвышающиеся над древесным пологом. Линейное расположение опытных древостоев используется при изучении любых градиентных изменений условий среды, как естественных, так и антропогенных. Однако при использовании такого подхода возникает проблема выбора контрольного древостоя, где воздействие изучаемого фактора отсутствует или незначительно. Выбрать незатронутый воздействием контрольный древостой, совершенно идентичный древостоям, испытывающим сильное воздействие фактора, трудно, а часто и невозможно [230, с. 67-78].

Это объясняется тем, что незатронутые древостои часто расположены на значительном удалении от древостоев, подвергшихся воздействию, а это может означать и существенное изменение условий произрастания. Дендрохронологический метод позволяет преодолеть эту трудность, если воздействие рассматриваемого фактора короче продолжительности жизни деревьев. В этом случае контролем является интервал времени жизни тех же самых деревьев, когда рассматриваемый фактор не оказывал влияния на прирост. Чаще всего такая возможность возникает при анализе недавно начавшихся антропогенных и техногенных воздействий (мелиорация, загрязнение, добыча полезных ископаемых и др.). При проведении дендрохронологических исследований часто бывает полезным и даже необходимым отбор образцов у деревьев разного возраста. В первую очередь отбирают образцы у старых деревьев, которые дают возможность получить наиболее длительную для данного местообитания хронологию. Однако у

старых деревьев периферические кольца часто очень мелкие и чувствительность древесно-кольцевых хронологий снижена, и, кроме того, обычно наблюдается массовое выпадение колец. Все это затрудняет датировку и измерение колец, и как следствие, реконструкцию изменчивости условий среды в последний период жизни дерева. Взятие образцов с молодых и средневозрастных деревьев необходимо для получения точно с датированной и однородной древесно-кольцевой хронологии [230, с. 28-39].

3.1.2 Отбор дендрохронологических образцов

Существует несколько видов образцов древесины, используемых для дендрохронологического анализа: круговые поперечные спилы, бруски древесины по радиусу и диаметру, клиновидные выпилены с пней и живых деревьев, буровые керны и высечки. В нашей работе были задействованы только буровые керны [230, с. 36-57; 233, р. 23-47].

Круговой спил является наиболее информативным образцом, однако отбор его сопряжен с рубкой деревьев. Получение соответствующего разрешения и техническая трудоемкость значительно усложняют работу исследователя. В тоже время преимущества данного образца не всегда необходимы в рамках задач исследования, для решения большинства задач лесной дендрохронологии, по нашему мнению, достаточно буровых кернов [230, с. 13-29].

Как альтернатива круговым спилам при реконструкции истории лесных фитоценозов, в частности механических и огневых повреждений ствола рекомендуется также брать клиновидные поперечные выпилены с периферийной части ствола, на контакте живой поверхности с подсушиной. Такие выпилены, хотя и повреждают живые деревья, но не приводят к их гибели. Отбор спилов древесины, безусловно, целесообразен при работе с сухостоем и валежом [119, с. 18-26]. Иногда высказывается мнение, что спилены представляют лучший вид дендрохронологических образцов по сравнению с кернами, так как в последних ширина ближайших к коре годовых колец занижена из-за деформации древесины при вкручивании бурава. Данный вопрос обсуждался еще на самых начальных этапах изобретения данного инструмента, поэтому нам кажется полезным еще раз привести описание этого устройства, составленное профессором Пресслером: «Бурав, имеет внутри цилиндрическую пустоту, в которую, при сверлении входит вырезаемый из дерева винтом цилиндр. Тот конец (резец) бурава, от которого начинается винтовая нарезка и который непосредственно вначале входит в ствол дерева, заострен и диаметр этого острого конца немного меньше диаметра внутренней цилиндрической пустоты, стой целью, чтобы высверливаемый цилиндр мог свободнее входить в полость бурава и боками не касаться внутренних стенок. Винт нисколько не сдавливает цилиндр, а только вырезывает его из дерева и как бы обтесывает, так что древесные слои его нисколько не сжимаются» [230, с. 41-58; 233, р. 31-46].

Точность измерения прироста за пять лет на буровых кернях по сравнению со спилами сравнивалась А.И. Звиедрисом и Р.Я. Сацениексом [120, с. 159-164]. Измерения проводились на высоте 1,3 м на материале 80 модельных деревьев ели. Определенная на кернях ширина пяти ближайших к коре годовичных слоев лишь на 4% отличалась от определенной на круговых спилах [120, с. 159-164].

На материале двух видов пихты (*Abies concolor* и *Abies magnifica*) проводились специальные исследования о влиянии отбора кернов на состояние деревьев. Пихта потенциально может быть весьма чувствительна к отбору кернов, так как ее древесина в отличие от древесины ели, сосны и лиственницы не содержит смоляных ходов. По результатам исследования через 12 лет после отбора образцов не было выявлено выраженных отрицательных эффектов от отбора кернов [232, с. 521-523].

Основная опасность, которую может представлять отбор кернов - это проникновение в ствол патогенов. Благодаря небольшому диаметру отверстия она не велика, но, тем не менее, в ходе работ, особенно с ценными деревьями образовавшиеся отверстия рекомендуется сразу же заделывать садовым варом [230, с. 51-59; 233, р. 43-58].

Важно подчеркнуть, что использование малого числа образцов, оправданное в классической дендрохронологии по объективным причинам (нехватка ископаемой древесины или древесины в постройках) для лесной дендрохронологии неприемлемо, на что справедливо обращал внимание еще Битвинкас. Как отмечают авторы учебного пособия [233, р. 51-69] в классической дендрохронологии как правило стараются отбирать образцы с 15-30 деревьев одного вида, а с каждого дерева по двум радиусам. В экстремальных условиях местообитания, где наблюдается высокая изменчивость и синхронность в изменчивости прироста от года к году, можно ограничиться взятием образцов с 10-15 деревьев [233, р. 51-69].

Древесные растения, произрастающие в пределах однородного в климатическом отношении района, величиной прироста сходно реагируют на изменения климатических лимитирующих факторов. В благоприятные по климатическим условиям годы у большей части деревьев формируются широкие годовичные кольца, а в неблагоприятные – узкие. В связи с этим у деревьев, произрастающих в одинаковых климатических условиях, наблюдается синхронная изменчивость прироста во времени. Особенно показательны узкие кольца, которые формируются в то время, когда прирост в наибольшей степени лимитируется тем или иным климатическим фактором [233, р. 102-115].

3.1.3 Обработка дендрохронологических образцов

Прежде всего, следует обратить внимание на часто высказываемое замечание о том, что в процессе хранения древесина керна подвергается усушке и ширина годовичного кольца при использовании подобного рода

методики не соответствует реальной ширине годичного кольца. Действительно, согласно методике, изначально предложенной Пресслером (1875), измерения проводились непосредственно в лесу с помощью особого рода линеек и при необходимости - лупы. Однако точность их была ниже, чем используемая большинством дендрохронологов (не менее 0,1 мм). Кроме того, исследования Пресслера не были дендрохронологическими он работал со средними показателями прироста (за пять лет, за десять лет). При таком подходе возможность пропустить при измерении одно кольцо для него не влекла серьезных последствий. В настоящее время дендрохронолог должен вести обработку керн в лаборатории, где есть необходимое для этого оборудование. Кроме того, сбор кернов и их обработка по затратам времени соотносятся примерно, как 1:5, и при большом объеме работ измерять их в лесу, не отходя от дерева, просто непозволительно [230, с. 52-79].

Дальнейшая работа с полученными образцами древесины проводилась в лабораторных условиях.

Буровые образцы наклеивали на деревянную основу, которая представляет собой рейку прямоугольной формы шириной и высотой примерно по 1 см. и длиной чуть больше длины керна, образец керн клеили так, чтобы трахеиды располагались перпендикулярно наклеиваемой поверхности, затем наклеенные образцы кернов подписывали в соответствии с шифром каждого образца. Прижатые к основе образцы древесины помещаются в сухое помещение на несколько часов, чаще всего на сутки, т.е. до полного высыхания клея. Каждому керну присваивался индивидуальный шестизначный номер [241, с. 12-29].

Довольно часто керны древесины во время бурения и высушивания скручиваются винтообразно, в результате чего ориентация трахеид в разных частях образца оказывается различной. Особенно часто скручиваются керны, взятые у тех видов хвойных и лиственных деревьев, которые имеют мягкую и рыхлую древесину, а также у деревьев, древесина которых подверглась слабой или средней степени гниения. Причиной скручивания кернов может быть использование плохо заточенного и грязного возрастного бура. Датировка и измерение годичных колец на таких кернах затруднено из-за того, что границы между слоями прироста трудно различимы даже в случае использования способов увеличения контрастности колец [230, с. 45-76; 233, р. 128-135].

Такие образцы вообще не пригодны для измерения плотностных характеристик древесины. Для устранения скручивания кернов разработан простой и вместе с тем эффективный метод, состоящий в том, что образец размягчается под действием струи водяного пара (для получения струи пара чаще всего используют бытовой электрический чайник с носиком) [230, с. 24-46; 233, р. 121-129; 235, с. 92-99].

Одновременно с размягчением древесины производится осторожное раскручивание образца вручную до тех пор, пока ориентация трахеид не будет одинаковой по всей длине керн [230, с. 59-63].

Поверхность керн зачищались острым режущим инструментом (бритвой, скальпелем) в нашем случае мы пользовались специальным прибором для зачистки кернов микротоном для 2013 года и скальпелем для 2014 года. Для повышения контрастности образцы кернов красили раствором сафранина и затирали мелом. Затем зная точную дату и год отбора образца, проводили предварительную датировку колец (рисунок 7).

Для проведения дендрохронологических исследований мы использовали лиственные виды (рассеяннососудистой древесины, представители родов *Betula*, *Populus*). Из хвойных видов, которые также отзывчивы на изменение внешних условий, широко распространены в районах холодного и умеренного климата, долговечны и имеют хорошо различимые годичные слои прироста древесины (представители родов *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Abies*).

Предварительное смачивание керн водой облегчает процесс его зачистки лезвием, что особенно важно для пород с твердой древесиной: например, дуба, лиственницы. Но и для остальных пород смачивание всегда улучшает качество зачистки каждого годичного кольца [230, с. 45-58; 233, р. 63-79].

Важен вопрос о способах, облегчающих проявление на срезе годичных колец. Особенно это существенно для рассеянно-сосудистых пород. Согласно рекомендациям Пресслера для этой цели можно использовать раствор анилина в спирте.

3.1.4 Распознавание годичных колец

Традиционно различают три больших группы древесных растений, для которых характерны общие черты в анатомическом строении годичных колец. Это хвойные, кольцесосудистые и рассеяннососудистые [230, с. 17-29; 233, р. 131-145; 235, с. 92-99].

У хвойных проводящая система ствола представлена трахеидами. Они занимают свыше 90% общего объема древесины. Трахеиды имеют форму сильно вытянутых в длину веретенообразных клеток (волокон) с утолщенными одревесневшими стенками и кососрезанными концами. Трахеиды — мертвые элементы; в стволе растущего дерева только вновь образующийся (последний) годичный слой содержит живые трахеиды, отмирание которых начинается еще весной, постепенно увеличивается к осени, а концу зимы все трахеиды последнего годичного слоя отмирают [230, с. 12-29; 234, с. 62-79].

В пределах одного годичного слоя трахеиды ранней и поздней зон древесины сильно отличаются друг от друга. Ранние трахеиды образующиеся в начале вегетационного сезона выполняют проводящие функции (проводят воду), поэтому имеют широкую внутреннюю полость и тонкие стенки с многочисленными порами. Размер ранних трахеид по радиальному направлению больше, чем по тангенциальному; концы трахеид слегка закруглены [234, с. 41-47].

Поздние трахеиды, отложенные камбием во второй половине вегетационного сезона - это механические элементы, поэтому стенки их сильно утолщены из-за резкого уменьшения внутренней полости, концы трахеид сильно заострены. Благодаря отличиям в морфологии трахеид, формирующихся в начале и в конце вегетационного сезона годовые кольца четко заметны у хвойных на поперечном разрезе [230 с. 12-29; 233, р. 54-76; 234, с. 12-19].

Благодаря хорошей различимости годовых колец, хвойные породы деревьев, являются наиболее популярным объектом дендрохронологических исследований [230, с. 36-47].

У хвойных пород граница между поздней древесиной предыдущего года и ранней древесиной последующего года четкая, что позволяет уверенно вести измерения ширины годового кольца. В то же время переход от ранней древесины к поздней внутри годового кольца постепенен, что затрудняет измерение ширины слоя поздней древесины. Уровень «размытости» границы ранней и поздней древесины отличается у разных видов, в связи, с чем они имеют разную пригодность для подобного рода исследований (таблица 4) [234, с. 12-29].

Таблица 4 - Характер перехода от ранних трахеид к поздним у разных хвойных пород

Вид	Характер перехода от ранних трахеид к поздним
Пихта сибирская	Переход от ранней древесины к поздней постепенный
Ель европейская	Переход от ранней древесины к поздней постепенный
Сосна кедровая сибирская	Переход от ранней древесины к поздней постепенный, растушеванный
Сосна обыкновенная	Переход от ранней трахеид к поздней не очень резок
Лиственница европейская	Переход от ранней древесины к поздней отчетливо резок

Уровень «размытости» границы зон также варьирует и пределах вида, поэтому на некоторых образцах измерение ширины поздней древесины возможно вести более уверенно, на других менее [234, с. 21-39].

У лиственных пород древесина построена более сложно, чем у хвойных и состоит из большого числа разнообразных элементов. Водопроводящую функцию в древесине лиственных выполняют сосуды и трахеиды, механическую - волокна либриформа, запасующую - паренхимные клетки. Между этими основными видами элементов встречаются промежуточные формы, что еще более усложняет строение древесины. Отметим, что эта особенность облегчает видовую идентификацию образцов древесины по микроскопическим признакам строения. Идентифицировать древесину лиственных в пределах рода до вида таким образом в целом несколько проще

чем у хвойных, у которых идентификация часто возможна лишь до рода [234, с. 22-44].

Сосуды представляют собой типичные водопроводящие элементы, характерные только для лиственных пород. Это длинные тонкостенные трубки, образовавшиеся из длинного вертикального ряда коротких клеток, называемых члениками сосудов, путем растворения перегородок между ними. Сосуды, как и трахеиды, представляют собой мертвые клетки, содержимое которых заполнено водой. В зависимости от характера их распределения внутри годичного кольца различают кольцесосудистые и рассеяннососудистые породы. У кольцесосудистых древесных пород крупные сосуды сосредоточены преимущественно в ранней части годичного слоя, образуя на поперечном разрезе пористое кольцо. К кольцесосудистым относятся такие древесные породы как дуб, каштан, вяз, бархат амурский, белая акация и др. Годичные кольца у них различимы почти также хорошо, как и у хвойных. При распознавании годичных колец у дуба, особенно в годы объедания листвы филлофагами создает затруднение значительное снижение процента поздней древесины в годичном кольце. Здесь большую помощь исследователю может оказать учет открытого Н.Е. Косиченко (1999) факта постоянства ширины слоя ранней древесины от года к году у кольцесосудистых пород. Это помогает правильно разграничивать между собой идущие подряд годичные кольца с небольшим процентом поздней древесины [230, с. 44-56; 231, с. 159-165; 232, р. 521-524; 233, р. 128-155; 234, с. 28-44].

Для рассеяннососудистых древесных пород характерно равномерное распределение по всей длине годичного слоя крупных и мелких сосудов. К рассеяннососудистым относятся такие породы как береза, ольха, лещина, бук, ива, осина, клен, груша и др. [230, с. 14-26; 231, с. 159-165; 232, р. 521-524; 233, р. 118-127; 234 с. 28-64].

Годичные кольца у рассеяннососудистых пород плохо различимы и в дендрохронологических исследованиях они используются гораздо реже, чем кольцесосудистые и хвойные. Для проявления годичных колец на дендрохронологических образцах от рассеяннососудистых пород необходимы более трудоемкие методы обработки поверхности [235, с. 92-100].

Приоритетным объектом наших исследований в основном была береза повислая. Хвойные породы деревьев брались как дополнительный материал для более надежных результатов при сравнении климатических откликов на прирост годичных колец.

3.1.5 Перекрестная датировка дендрохронологических рядов

Перекрестная датировка временных рядов использовалась в двух состояниях анализа:

- Для проверки серий и устранения возможных ошибок.
- Чтобы своевременно найти нужную дату.

После измерения взаимное датирование является важным шагом перед анализом временных рядов. Важность этого шага нельзя переоценить. Устранение ошибок измерения, например. Удаление так называемых «ложных колец» и включение «отсутствующих колец» являются обязательными, прежде чем начать анализ любого типа временных рядов.

Использованная нами программа TSAP-Win (Time Series & Analysis Presentation – анализ и перекрестная датировка дендрохронологических серий и графическое представление результатов обработки данных) имеет сочетание как визуального (графического), так и статистического перекрестного датирования. Статистические модели - отличные инструменты для поиска возможных совпадений или для проверки дат заранее заданных временных рядов. Тем не менее, мы не можем полагаться только на статистические тесты. Мы должны принимать во внимание формы решения визуальных и статистических процедур.

Процедура кросс-дат необязательно использует две функции вывода:

- Выходной список (текстовый формат) включает статистические параметры, рассчитанные для всех предложенных позиций подгонки.

- Расширенный математический график предоставляет графическое представление образца и справочной серии. Он позволяет на экране переключать и редактировать серии, предоставляя статистические параметры каждой контрольной пары образцов.

В окне кросс-даты можно выбрать либо оба, либо только одну из функций вывода.

В дендрохронологии используются два основных понятия, чтобы выразить качество соответствия между временными рядами: Gleichlaeufigkeit или t-значения. Хотя t-статистика является широко известным критерием корреляционного значения, Gleichlaeufigkeit (Glk) был разработан как специальный инструмент для поперечной датировки древовидных серий (ECKSTEIN и BAUCH 1969). Эти концепции характеризуются другой чувствительностью к шаблонам деревьев. Хотя Gleichlaeufigkeit представляет собой общее соответствие двух рядов, t-значения чувствительны к экстремальным значениям, таким как годы событий. Комбинация обоих реализована в индексе кросс-дат (CDI). Так как CDI является очень мощным параметром при перекрестном датировании, возможные соответствия упорядочиваются по убыванию CDI на выходе.

В рамках TSAP-Win-хронологий в дополнение к временным рядам и их репликации хранятся так называемые «сигнатуры». Подписи показывают количество уменьшающихся и увеличивающихся членов, полученных из исходной серии. Эти подписи могут использоваться для взвешивания расчета Gleichlaeufigkeit, результатом является Signature Gleichlaeufigkeit (SGlk), который является более мощным параметром при расчете соответствия выборки с хронологией или между двумя хронологиями.

В образцах древесины время от времени встречаются так называемые «выпавшие» годовые кольца. Существуют также «ложные» (лишние) годовые кольца, обычно это результат не правильного распознавания слоя поздней древесины. Так как датировка радиального прироста ведется последовательно, начиная с прироста соответствующего году отбора керна, то отсутствие в ряду значений прироста отдельного кольца (выпавшего) или наоборот наличие лишнего (ложного) значения, ведет к неправильной датировке всех остальных приростов. Не исключены и случайные ошибки при измерении и записи данных. Описанные причины побуждают проводить перекрестную датировку рядов радиального прироста [236, р. 21-26; 237, р. 69-75].

Перекрестная датировка рядов радиального прироста осуществлена с использованием программы TSAP-Win. Датировка годовых колец производится визуально при помощи наложения графических отображенных рядов радиального прироста, эталонного и тестируемого (Битвинскас, 1974; Ловелиус, 1979; Шиятов, 1986). В основе этого метода лежит исторически неповторимая изменчивость ширины годовых колец от года к году, связанная с влиянием общих лимитирующих факторов (в основном климатических). Эталонный график получается путем расчета среднего по всем временным рядам на каждой пробной площади [236, р. 25-38; 237, р. 69-75].

Основными ориентирами при перекрестной датировке служат так называемые реперные временные интервалы, повторяющиеся, как правило через 10-11 или 22-25 лет. Совпадение последовательности чередования наиболее узких и широких годовых колец, амплитуды колебания прироста для каждого реперного интервала эталонной и тестируемой дендрошкал будет подтверждением правильности осуществления датировки годовых колец тестируемого дендрохронологического ряда [236, р. 25-38; 237, р. 69-75].

Программа TSAP-Win позволяет также проанализировать сходство сравниваемых кривых с помощью достаточно простой оценки сходства - коэффициента синхронности (Сх) (Битвинскас, 1974), представляющего выраженное в % отношение количества сходных по направлению изменчивости годовых интервалов (n+) к общему числу сравниваемых интервалов (n-1):
$$C_x = \frac{n+}{n-1} * 100\%$$

Сходство сравниваемых дендрошкал считается неудовлетворительным, если показатель сходства не превышает 60%. Как правило «в норме» он составляет 68-80%. Образцы показавшие низкие значения коэффициента синхронности направляются на повторные измерения [236, р. 46-61; 237, р. 69-75].

В полученном ряду измерений радиального прироста известен год формирования ближайшего к коре годового кольца: для растущего дерева он соответствует году отбора дендрохронологического образца. Далее производится ретроспективная датировка годовых колец. При этом если в ряду измерений была допущена ошибка, в результате которой было

пропущено одно годовичное кольцо, либо вписано лишнее значение, то вся последующая датировка оказывается неверной. Даже опытный исследователь не застрахован от таких ошибок, но, кроме того, существуют и годовичные кольца, которые настолько отличаются от типичных колец по своей анатомии, что правильно распознать данные структуры в древесине иногда просто невозможно. Это так называемые «выпавшие» и «ложные» годовичные кольца. Поэтому, в дендрохронологических исследованиях для контроля за правильностью измерений обычно используются программы для перекрестной датировки [236, р. 25-53; 237, р. 69-75].

Принцип перекрестной датировки является одним из основных принципов классической дендрохронологии (Fritts, 1976). В основе принципа лежит представление о том, что деревья, произрастающие в пределах какого-либо района, сходно реагируют на изменение внешних факторов, прежде всего на колебания климатических факторов от года к году [236, р. 43-68; 237, р. 69-75]. В результате неповторимый во времени характер колебания ширины годовичного кольца оказывается сходен у всех деревьев одного вида и одного типа условий местопроизрастания. Поэтому совпадение графиков отражающих изменчивость годовичных колец у двух образцов возможно лишь на строго определенном временном интервале. Помимо проверки правильности измерений принцип перекрестной датировки широко используется классической дендрохронологией для датировки ископаемой древесины и древесины построек. В лесной дендрохронологии он может также привлекаться для решения ряда конкретных задач - установления времени гибели сухостоя, датировки вывала дерева ветром, времени его рубки и т.д. В нашей работе, для перекрестной датировки использовалась программа TSAP-Win с последующей проверкой в программе COFESHA (Holmes, 1983). Для целей стандартизации и удаления возрастного тренда использовалась программа ARSTAN [236, р. 74-88; 237, р. 69-75].

3.1.6 Индексация дендрохронологических рядов и построение обобщенных хронологий

Ширина годовичного кольца, также, как и доля поздней древесины в годовичном кольце закономерно изменяются с возрастом. У деревьев, растущих на просторе после непродолжительного увеличения ширины годовичных колец в молодом возрасте прирост достигает максимума и далее монотонно снижается по мере увеличения возраста [238, р. 17-36]. Этот негативный возрастной тренд частично обусловлен геометрическим эффектом, связанным с тем, что одна и та же площадь проводящей поверхности кольца с возрастом может быть достигнута при меньших значениях ширины годовичного кольца в связи с увеличением радиуса ствола и соответственно длины его окружности. Другие факторы, вызывающие проявление данного тренда - это снижение действующего на камбий в данной точке ствола эффекта апикального доминирования, увеличение расстояния транспорта питательных веществ,

гормонов и влаги за счет перемещения кроны вверх по высоте ствола, и лимитирование роста за счет истощения ресурсов местообитания [238, р. 17-36]. Также, безусловно, сказывается фактор наследственно детерминированных темпов роста. В результате кривая прироста несет в себе изменчивость, обусловленную факторами, которые независимы от межгодичных флуктуации климата. Так как эта кривая тесно связана с увеличением возраста дерева она получила название возрастного тренда [238, р. 17-36].

Ширина годичных колец деревьев уменьшается с возрастом. В общем виде зависимость радиального прироста деревьев от возраста выражается, как правило, кривой, имеющей вид гиперболы. Эту линию обычно называют "нормой прироста в зависимости от возраста", "возрастной линией", "линией возрастного тренда" или "возрастным трендом" дерева. Ясно выраженный возрастной тренд в динамике прироста, выраженного в абсолютных единицах (мм) – одна из важных характеристик здорового древостоя. В древостоях Восточного Казахстана интенсивное гиперболическое падение прироста наблюдается до 30–40-летнего возраста, затем идет плавное уменьшение в виде стремящейся к горизонтали линии, на которое нередко накладывается "волна", вызванная чередованием периодов депрессии и благоприятных периодов роста [239, р. 104-123; 240, р. 77-83].

Индивидуальные хронологии для отдельной группы деревьев, как правило, имеют разную длину, даже если насаждение одновозрастное. Происходит это потому что во- первых все деревья достигают высоты 1,3 м в разном возрасте, а во вторых при сверлении ствола буров не всегда точно проходит через сердцевину и соответственно из ряда выпадает то или иное число близких к сердцевине колец. При осреднении мы начинали построение обобщенной хронологии, если в данный момент времени на высоте 1,3 м присутствовало уже более 50% деревьев. В большинстве случаев рассчитанные таким образом средние индексы прироста имеют показатель точности, укладываемый в пределах размаха вариации данного показателя на интервале со 100% присутствием учетных деревьев на высоте 1,3 м. При сопоставлении хронологий по группам деревьев длина ряда лимитируется длиной наиболее короткой из всех включенных в группу обобщенных хронологий. Иногда длина ряда лимитируется не возрастом учетных деревьев, а длиной инструментального ряда метеонаблюдений. Длиной ряда в конечном итоге часто определяется статистическая достоверность делаемых выводов, например, достоверность значений коэффициента корреляции между индексами прироста [241].

3.1.7 Использование прибора LINTAB-6 в дендрохронологических исследованиях

Дендрохронологические методы отличаются трудоемкостью, однако использование современной инструментальной базы позволяет значительно упростить работу.

Прибор LINTAB в настоящее время является наиболее удачной современной модификацией машины, принципы которой были придуманы шведским лесоводом Эклундом. Он был разработан Ф. Ринном в германской фирме RINNTECH в 1991 году и до настоящего времени продолжает совершенствоваться. В 2015 году прибор LINTAB-6 прошел сертификацию в РГП «Казахстанский институт метрологии» министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан по результатам испытаний был зарегистрирован в реестре государственной системы обеспечения единства измерений в Республики Казахстан и допущен к применению на территории республики.

Одним из достоинств прибора является его простота в обращении. Исследуемый дендрохронологический образец располагают на рабочем столе прибора. Пористый материал, которым покрыт рабочий стол, обеспечивает стационарное положение образца на поверхности, препятствует его скольжению и случайным сдвигам. Исследователь наблюдает поверхность образца в бинокулярный микроскоп. Шкала, нанесенная на один из окуляров микроскопа, позволяет вести измерения образца [230, с. 39-51].

Измерения производятся следующим образом: путем вращения рукоятки рабочий стол и расположенный на нем образец смещаются относительно глаз наблюдателя. Каждый раз, когда визирная линия окуляра пересекает границу годовичного кольца, исследователь нажимает клавишу мыши и таким образом прибор фиксирует ширину годовичного кольца. Настройки программного обеспечения прибора позволяют вести измерения ширины годовичных колец в четырех вариантах, основанных на комбинации следующих параметров: сдвигка рабочего стола вправо, сдвигка рабочего стола влево, отсчет годовичных слоев от коры, отсчет годовичных слоев от сердцевины [241, с. 15-29; 242].

График изменчивости годовичных колец по мере измерений отражается на мониторе присоединенного к прибору компьютера. Пакет программ TSAP-Win позволяет вести различного рода статистическую обработку полученных рядов радиального прироста, а также переводить их в другие форматы, например в формат пригодный для работы в табличном процессоре Microsoft Excel [242, р. 16-37].

Сбор дендрохронологической информации представляет первый этап необходимый для решения исследовательской, либо экспертной задачи. За ним в обязательном порядке должен следовать аналитический этап [242, р. 21-42].

Современное оборудование для сбора дендрохронологической информации позволяет осуществлять этот процесс быстро и эффективно, оно

во многом освобождает исследователя от рутинной технической работы и позволяет сосредоточиться на анализе получаемых результатов. Создание специализированных программ для анализа дендрохронологической информации позволит сделать процедуру анализа доступной широкому кругу специалистов и ученым [241, с. 10-19; 242, р. 36-57].

3.1.8 Применение возрастного бурава в дендрохронологических исследованиях

Существует ряд специфичных параметров объекта исследования, которые сложно определить визуально по растущему дереву (возраст дерева, годичный прирост, плотность древесины и др.). Например, сложность оценки возраста дерева заключается в том, что необходимо знать количество годичных колец, находящихся внутри дерева, и, следовательно, не доступных при визуальном осмотре. Один из способов определения возраста древостоя заключается в отборе модельных (учетных) деревьев, их валке и подсчете количества годичных колец на срезе [243]. Данный способ обладает рядом недостатков, среди которых следует выделить большую трудоемкость процесса заготовки спила, сопровождающуюся необходимостью валки модельных деревьев, причем поваленные модельные деревья, как правило, оставляются в лесу без дальнейшего использования. Поэтому в настоящее время основным способом определения возрастных характеристик дерева является взятие небольшого цилиндрического образца (керн), при котором дерево продолжает расти. Керн древесины из ствола растущего модельного дерева извлекается при помощи специального устройства, называемого возрастной бурав Пресслера. По взятому керну можно определить характеристики дерева - возраст, прирост, плотность [243, с. 16-29; 244-245], проследить историю роста дерева - пожары, засухи, болезни, свойства древесины толщину коры, плотность, влажность и другое [246].

Конструкция возрастного бурава была предложена М.Р. Пресслером еще в восьмидесятых годах девятнадцатого века [244, р. 139-149]. Тем не менее и в настоящее время классический вид бурава остается неизменным.

Основу бурава составляет полая трубка, на одном конце которой находится режущая часть, как правило, имеющая винтовую нарезку, на другом конце устанавливается рукоятка, обеспечивающая ее вращение [247-249].

При использовании бурава взятие керн древесины осуществляется следующим образом. Выбирается модельное дерево. Затем на выбранном дереве намечается точка, в которую режущей частью устанавливается бурав и через рукоятку с силой прижимается к стволу дерева. При этом одновременно с прижимающим усилием осуществляется вращение рукоятки, в результате чего бурав вкручивается в ствол дерева. После заглубления на заданную глубину вкручивание прекращается и с помощью специального приспособления – металлической ложкой из него извлекается керн древесины. После взятия керн, отверстие от бура затыкается, например, садовым варом,

что позволяет защитить повреждённое место от проникновения воздуха, воды, бактерий, грибков и насекомых (рисунок 3) [249, р. 1-6].

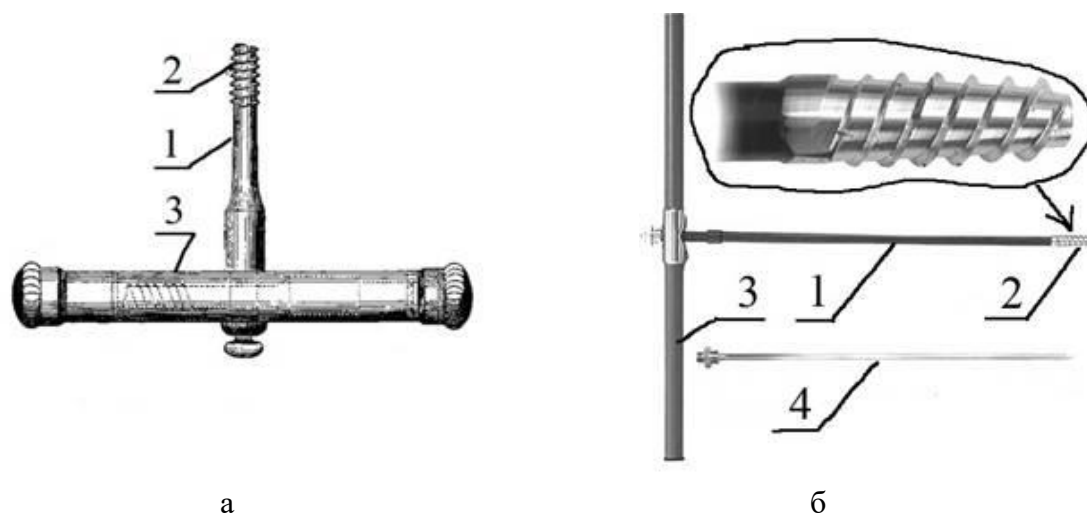


Рисунок 3 – Конструкция бурава [244, р. 139-149]

Где - а - бурав возрастной Пресслера: 1 - полая трубка; 2 - режущая часть; 3 - рукоятка; б - бурав возрастной компании Haglof: 1 - полая трубка; 2 - режущая часть; 3 - рукоятка; 4 – экстрактор.

В классическом бураве вращение бура осуществляется за счет перпендикулярно расположенной рукоятки, выполняющей роль воротка. Существуют модификация бурава Quad-B [248, р. 61-62], в которой ручки рукоятки изогнуты под определенным углом (350-400) к оси бурава. Автор модификации рекомендует использовать бурав в специфичных местах, неудобных для работы со стандартной рукояткой бурава. Например, при взятии пробы в комлевой части, где будет затруднительно выполнить работы классическим буравом с прямыми рукоятками, так как при прокручивании они будут упираться в землю. Затем, может упрощаться работа на деревьях с низкой кроной и большим количеством сучьев в комлевой части, а также представленную модификацию можно использовать при взятии пробы под углом, не перпендикулярным стволу дерева. Для увеличения усилия прижатия бурава к дереву возможна установка дополнительной вставки-стартера, упирающейся в корпус человека [247]. Также для приложения дополнительного усилия прижатия бурава к стволу дерева может быть использован шнур, обмотанный вокруг дерева и пропущенный сквозь бурав. При закручивании бурава в дерево, шнур наматывается на бурав, тем самым увеличивается усилие врезания в дерево (рисунок 4) [247; 248, р. 61-62; 249, р. 1-6].

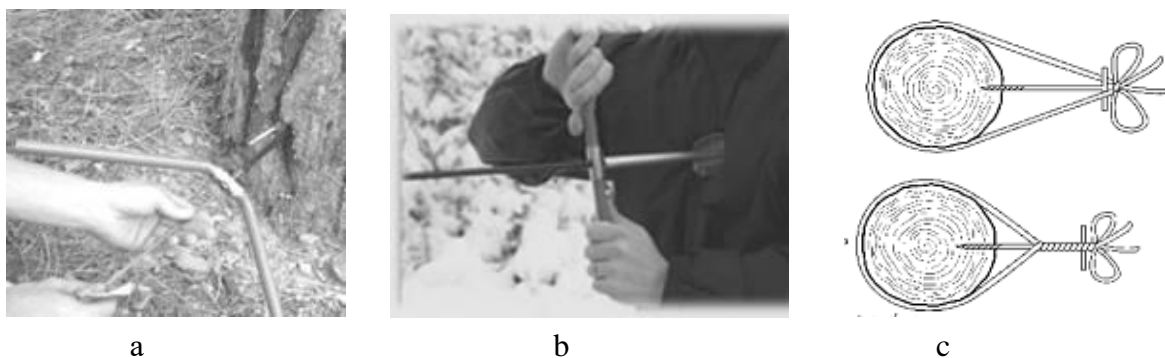


Рисунок 4 – Варианты передачи крутящего момента на режущую часть бурава [247; 248, р. 61-62]

Где - а – модификация бурава Quad-B; b – стартер к бураву; c – использование жгута.

Вращение бурава также может быть выполнено с помощью коловорота или с использованием силовой передачи, например, через бензиномоторный двигатель. Представляющей интерес идеей является использование бурава в навесном оборудовании к лесозаготовительной машине, где также предлагается использовать накопитель для кернов [245 с. 29-48; 246-127; 248, р. 61-62; 249, р. 2-4; 250, р. 15-26].

3.1.9 Методы дендроклиматического анализа

Целью дендроклиматического анализа является установление статистических зависимостей между климатическими данными (температура воздуха, количество осадков) и шириной древесных колец. В качестве основных инструментов дендроклиматического анализа выступают корреляционный и регрессионный анализы [236, р. 69-75].

Функции отклика, разработанные Х. Фриттсом [236, р. 69-75], являются наиболее часто применяемым методом дендроклиматического анализа. Они позволяют оценить влияние метеорологических (или гидрологических) переменных на ширину древесного кольца. Обычно в модели в качестве независимых переменных (предикторов) используются метеорологические данные за текущий и предыдущий годы, а в качестве зависимой переменной (предиктанта) – ширина годичного кольца. Рассчитываются коэффициенты корреляции и коэффициенты отклика (по сути, коэффициенты в уравнении множественной регрессии) ширины годичного кольца на метеорологические переменные каждого месяца. Затем выбираются те метеорологические или гидрологические переменные, связь прироста с которыми выражена наиболее четко. Сила связи между приростом и отдельными переменными оценивалась как напрямую с помощью частных коэффициентов корреляции, так и по доле объясняемой дисперсии этих переменных в изменчивости параметров радиального прироста [236, р. 69-75].

Для расчёта использовались индексы прироста и среднемесячные значения атмосферных осадков, солнечной активности и температуры воздуха за период с сентября предшествующего по август текущего года.

Метеоданные по атмосферным осадкам и температуре воздуха были предоставлены РГП «Казгидромет», по солнечной активности данные были взяты с интернет источника: МЦД-SILSO, Королевская обсерватория Бельгии, Брюссель [256].

Для участков использовались данные наблюдения с 1930 по 2014 гг.

Таким образом мы получили данные по трем климатическим факторам, атмосферным осадкам, температуре воздуха и солнечной активности за период с 1930 по 2014 гг., что помогло нам построить сравнительные графики и определить корреляцию годичного прироста березы повислой в зависимости от каждого климатического фактора (Приложение Г, Д, Е).

3.2 Материалы исследования

3.2.1. Дендрохронологический материал исследования

Материалом для исследований служили керны деревьев, изъятые с пробных площадей в количестве 1683 кернов древесины. Керны были отобраны в полевых экспедициях 2013, 2014 годах с помощью возрастного бурава «Пресслера» с живых деревьев (рисунок 5). Каждому керну присваивался индивидуальный номер и код, который соответствовал определенной площадке и порядковому номеру (Приложение Ж). В таблице приведены обобщенные данные по количеству отобранных кернов и измеренных годичных кольцах (Таблица 5).

Таблица 5 - Характеристика материалов исследования

№	Площадка	Количество модельных деревьев	Количество отобранных кернов	Количество измеренных годичных колец	Преобладающий видовой состав
1	В-1	174	174	16269	Береза повислая
2	В-2	113	113	9661	Береза повислая
3	В-3	177	177	9646	Береза повислая
4	В-4	192	192	9792	Береза повислая
5	В-5	193	193	15150	Береза повислая
6	В-6	218	218	12753	Береза повислая
7	S 31	112	112	8904	Лиственница сибирская
8	S 41	93	93	13252	Лиственница

					сибирская
9	S 1	111	111	16816	Лиственница сибирская
10	Ab 1	300	300	49350	Пихта сибирская
Всего		1683	1683	162735	



Рисунок 5 - Дендрохронологический материал (образцы кернов)

В ходе научной экспедиции в ККГНПП, также был осуществлен сбор данных для анатомического анализа в количестве 220 веточек с модельных деревьев разных площадок (таблица 6).

Таблица 6 – Местоположение площадок отбора анатомических образцов в ККГНПП.

Площадка	Тип леса	Древесные породы	количество образцов деревьев	количество образцов ветвей	Координаты	Высота (м н.у.м.)
AB	Темнохвойная тайга	Пихта сибирская (Abies nephrolepis (Trautv. ex Maxim.) Maxim.)	16	27	49°9' с.ш., 85°58' в.д.	1273
		Кедр сибирский (Pinus sibirica Du Tour)	10	21		
B 3-1	Темнохвойная тайга	Ель сибирская (Abies nephrolepis (Trautv. ex Maxim.) Maxim.)	12	23	49°9' с.ш., 85°33' в.д.	1150
		Береза повислая (Betula pendula Roth)	6	12		
B 6-1	Светлохвойная тайга	Лиственница сибирская (Abies nephrolepis (Trautv. ex Maxim.)	14	30	49°9' с.ш., 85°42' в.д.	1257

		Maxim.)				
		Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth)	13	22		
B 6-3	Светлохвойная тайга	Кедр сибирский (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	10	20	49°9' с.ш., 85°39' в.д.	1307
		Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth)	10	20		
S 1	Деградировавшая	Лиственница сибирская (<i>Abies nephrolepis</i> (Trautv. ex Maxim.) Maxim.)	11	16	49°9' с.ш., 86°2' в.д.	1286
	светлохвойная тайга	Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth)	8	14		
S 41	Деградировавшая	Лиственница сибирская (<i>Abies nephrolepis</i> (Trautv. ex Maxim.) Maxim.)	8	15	49°9' с.ш., 86°1' в.д.	1173
	светлохвойная тайга					
Всего:				220		

Таким образом, нами были проведены натурные исследования (2 экспедиции 2013 и 2014 гг.) на 10 пробных площадях. Отобрано и измерено более 1600 кернов древесины. Проведен анализ более 1600 индивидуальных древесно-кольцевых хронологий, измерены более 162735 годичных колец. Измерены анатомические показатели у 220 веточек деревьев (больше 1500 измерений).

3.2.2 Методика исследования дендрохронологических образцов

В нашей методике работ, мы пользовались учетными деревьями, взятыми на определенной территории 20x20 м, так как согласно общепринятой точке зрения из изменчивости их прироста легче извлекается климатическая составляющая [233, р. 56-78].

В ходе работ керны отбирались нами на высоте 1,3 метра с запада на восток, если на склоне, то параллельно склону. Хотя керны, взятые на более нижних высотах, дают возможность удлинить хронологию на определенное число лет, иногда даже несколько десятков, но использование их в дендрохронологических исследованиях нецелесообразно. В нижней части ствола прирост откладывается неравномерно и колебания его по отдельно взятому радиусу будут скорее отражать эффекты изменения механической нагрузки на ствол, чем какие-то другие параметры экологической среды [230, с. 61-62; 232, р. 81-95].

В данной работе, мы пользовались учетными деревьями, взятыми на определенной территории 20x 20м, все деревья находящиеся в пределах площадки бурились без исключения, дополнительно брались керны вне зоны площадки, сами пробные площадки находились на расстоянии 1,5 -2 км. друг от друга (рисунок 5) [231-233].

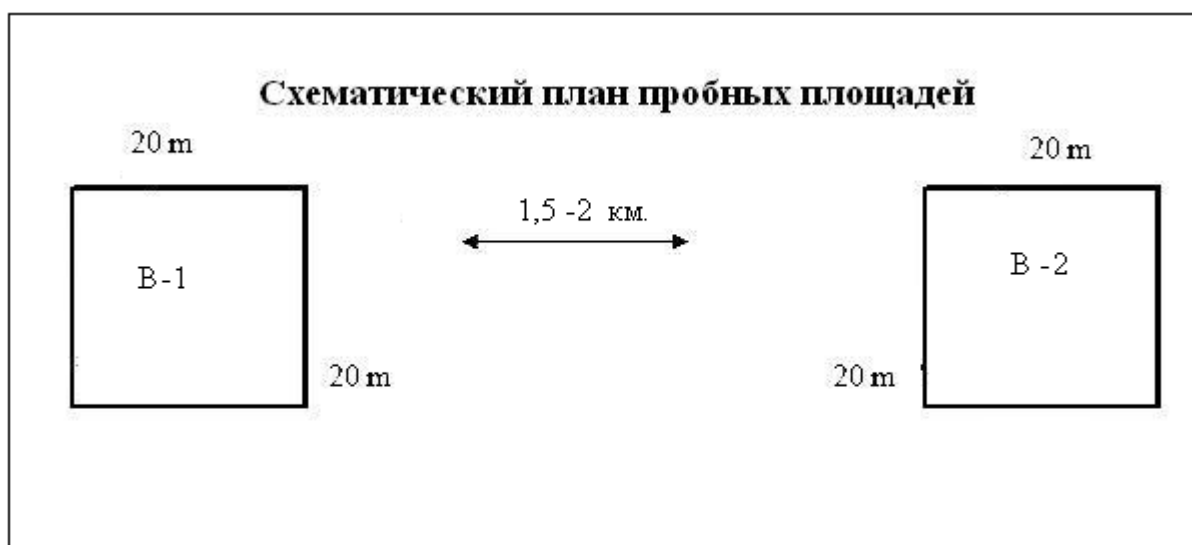


Рисунок 6 - Схематический план выбора пробных площадей

В период полевых экспедиций 2013, 2014 годов на территории Восточного Казахстана были отобраны образцы кернов березы, лиственницы, пихты, сосны, кедра, осины, ели с 10 пробных площадок (6 площадок в лесостепной зоне, 4 площадки на горной территории) (рисунок 6). На каждой площадке бурились все деревья без исключения, повторное взятие кернов с каждого дерева не повторялось и брался керн один раз. На исследуемых площадках встречались следующие виды деревьев *Betula pendula*, *Larix sibirica*, *Populus*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Abies sibirica* количество, которых показаны в таблице 7. Всего было взято 1683 керна. Отбор образцов проводился по стандартной методике, принятой в дендрохронологии.

Методика дендрохронологических исследований была описана многими видными учеными, такими как Шиятов С.Г., Schweingruber F. H., Fritts H.C., Cook E.R. В рамках данной работы методика использовалась в своём классическом виде [234-240].

Таблица 7- Видовой состав и количество деревьев

Площадка	Видовой состав	Количество кернов
В – 1	<i>Betula pendula</i>	106
	<i>Larix sibirica</i>	35
	<i>Populus</i>	33
В – 2	<i>Betula pendula</i>	103
	<i>Larix sibirica</i>	10
В -3	<i>Betula pendula</i>	120
	<i>Picea obovata</i>	55
	<i>Larix sibirica</i>	2
В -4	<i>Betula pendula</i>	90

	Pinus sylvestris	49
	Picea obovata	26
	Larix sibirica	21
	Pinus sibirica	6
B – 5	Betula pendula	158
	Picea obovata	22
	Larix sibirica	8
	Pinus sylvestris	3
	Pinus sibirica	2
B – 6	Betula pendula	131
	Larix sibirica	58
	Pinus sibirica	29
S 3-1	Larix sibirica	64
	Betula pendula	25
	pinus sibirica	22
	Sorbus aucuparia	1
S 4-1	Larix sibirica	83
	Pinus sibirica	10
S 1	Larix sibirica	55
	Pinus sibirica	39
	Betula pendula	17
AB - 1	Populus	83
	Betula pendula	73
	Larix sibirica	63
	Abies sibirica	55
	Pinus sibirica	18
	Sorbus aucuparia	6
	Prunus padus	2
Всего:		1683

Образцы древесины (в основном береза, дополнительно лиственница, ель, пихта, кедр, осина, сосна) для каждой площадки отбирались на ограниченной территории 20x20 м. расстояние до следующей площадки от 1,5 до 2 километров.

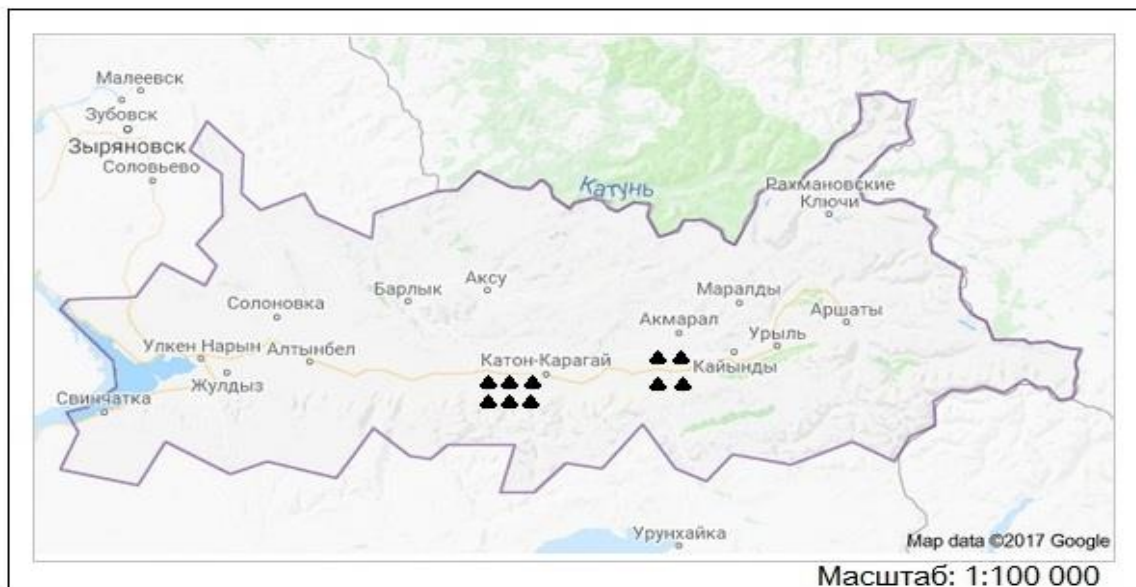


Рисунок 7 - Карта расположения точек отбора образцов

Данный метод позволяет использовать деревья, произрастающие в пределах данной площадки или однородного участка. В этом случае в древесно-кольцевых хронологиях в максимальной степени содержится информация об изменчивости условий в границах данного участка. Координаты выбранных площадок фиксировались при помощи системы глобального позиционирования (GPS) (таблица 8) [236, p. 108-119].

Таблица 8 - Местоположение площадок отбора образцов в ККГНПП

Площадка	Местоположение	Координаты, с.ш.	Координаты, в.д.	Абсолютная высота м
В-1	Катон-Карагайский государственный национальный природный парк	N – 49° 09' 259"	E 085° 36' 643"	H - 1203
В-2		N – 49° 09' 212"	E 085° 35' 307"	H - 1170
В-3		N – 49° 09' 028"	E 085° 32' 938"	H - 1180
В-4		N – 49° 08' 408"	E 085° 31' 720"	H - 1209
В-5		N – 49° 08' 214"	E 085° 30' 329"	H - 1178
В-6		N – 49° 08' 854"	E 085° 33' 705"	H - 1249
S 31		N – 49° 09' 178"	E 086° 00' 520"	H - 1175
S 41		N – 49° 08' 756"	E 085° 57' 812"	H - 1218
S 1		N – 49° 09' 178"	E 086° 00' 520"	H - 1175
Ab 1		N – 49° 09' 252"	E 086° 02' 146"	H - 1280

Все образцы из живых деревьев отбирались приростным буравом (бурав Пресслера) с внешним диаметром 10 мм и внутренним диаметром 5 мм. Данный механизм позволяет извлекать из дерева образец керна диаметром 4-5 мм и длиной 10-40 см со всеми годичными кольцами, не нанося вред дереву. Образцы отбирались на высоте 1,3 м от поверхности земли, под углом 90°.

Полученные образцы кернов помещались в специальные бумажные контейнеры, внутренний диаметр которых на 2-3 мм превышает диаметр образца и заклеивались бумажным скотчем (рисунок 8). Все образцы кернов маркировались и описывались (номер, диаметр, высота дерева, конкуренция, доминантность) [236, р. 98-118].

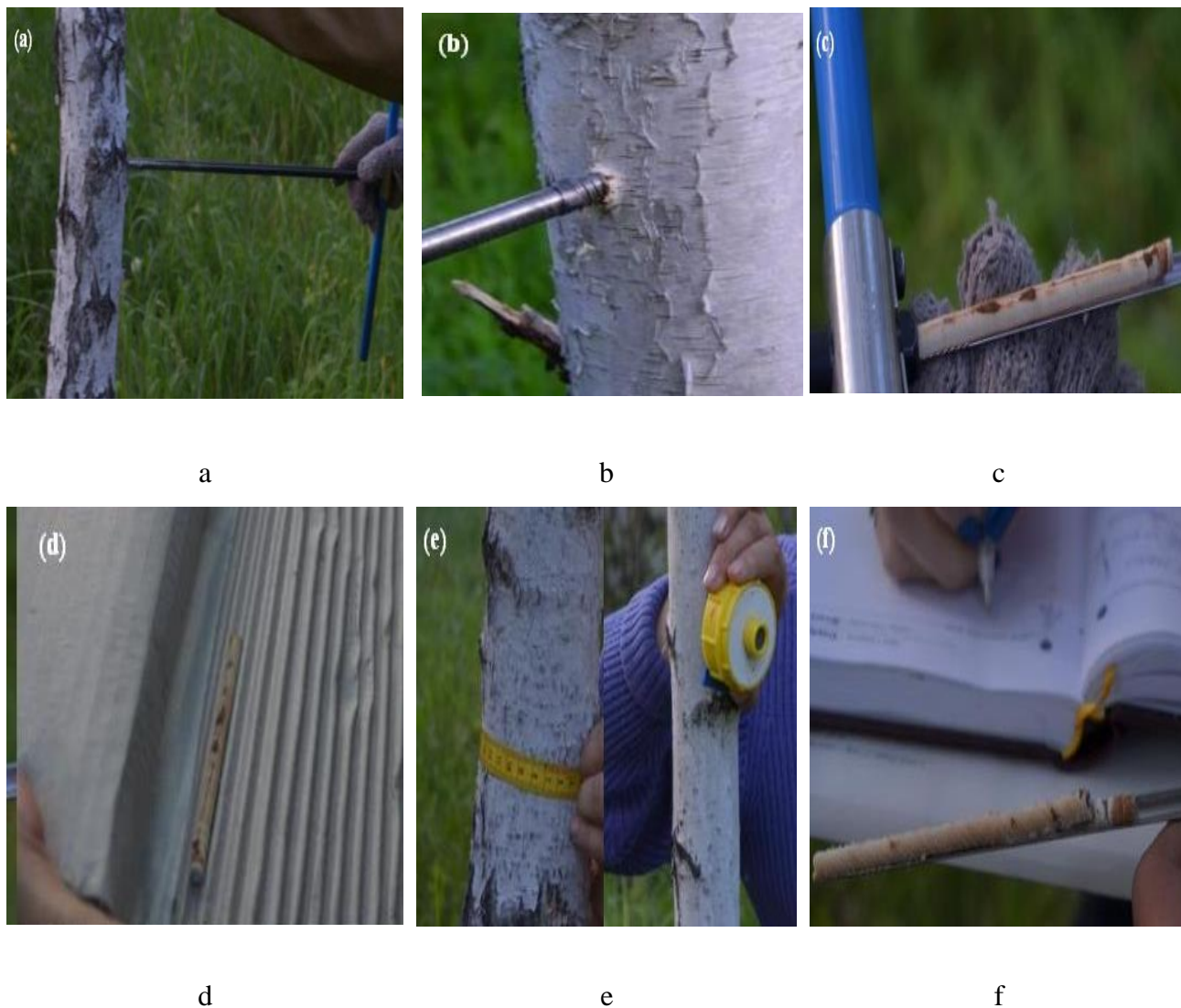


Рисунок 8- Полевая работа (Фото Ш.Абилова, С. Толеутаев)

а, b, c - взятие пробы (керн) приростным буровом; d - приклеивание пробы (керн) на картон, e - измерение диаметра и высоты дерева; f - нумерация проб, запись исходных данных

Перед транспортировкой собранные образцы кернов высушивались в полевых условиях до воздушно-сухого состояния, чтобы поверхность древесных кернов не покрылась плесенью. Транспортировка собранных образцов древесины производилась в металлическом контейнере, чтобы исключить их поломку и гарантирующее сохранность кернов при транспортировке [236, р. 123-136].

Наш опыт работы с березой и осиной говорит о том, что использование окрашивающего раствора сафранина и порошка мела дает хорошие результаты. Кроме того, при распознавании годичных колец (прежде всего у рассеяннососудистых пород) важен угол падения света на поверхность древесины. Также при распознавании годичных колец древесины хвойных и лиственничных пород очень хорошие результаты дает обработка керны с помощью окрашивающего раствора сафранина и порошка мела (рисунок 9) [230, с. 14-26; 233, р. 108-119; 235, с. 92-99].

Окрашивающий раствор сафранина готовится из расчета 1% порошка сафранина на 1 литр 50%-го раствора этанола, т.е если у нас 1 литр раствора, то половина, это вода и половина - этанол и 10 грамм порошка сафранина.

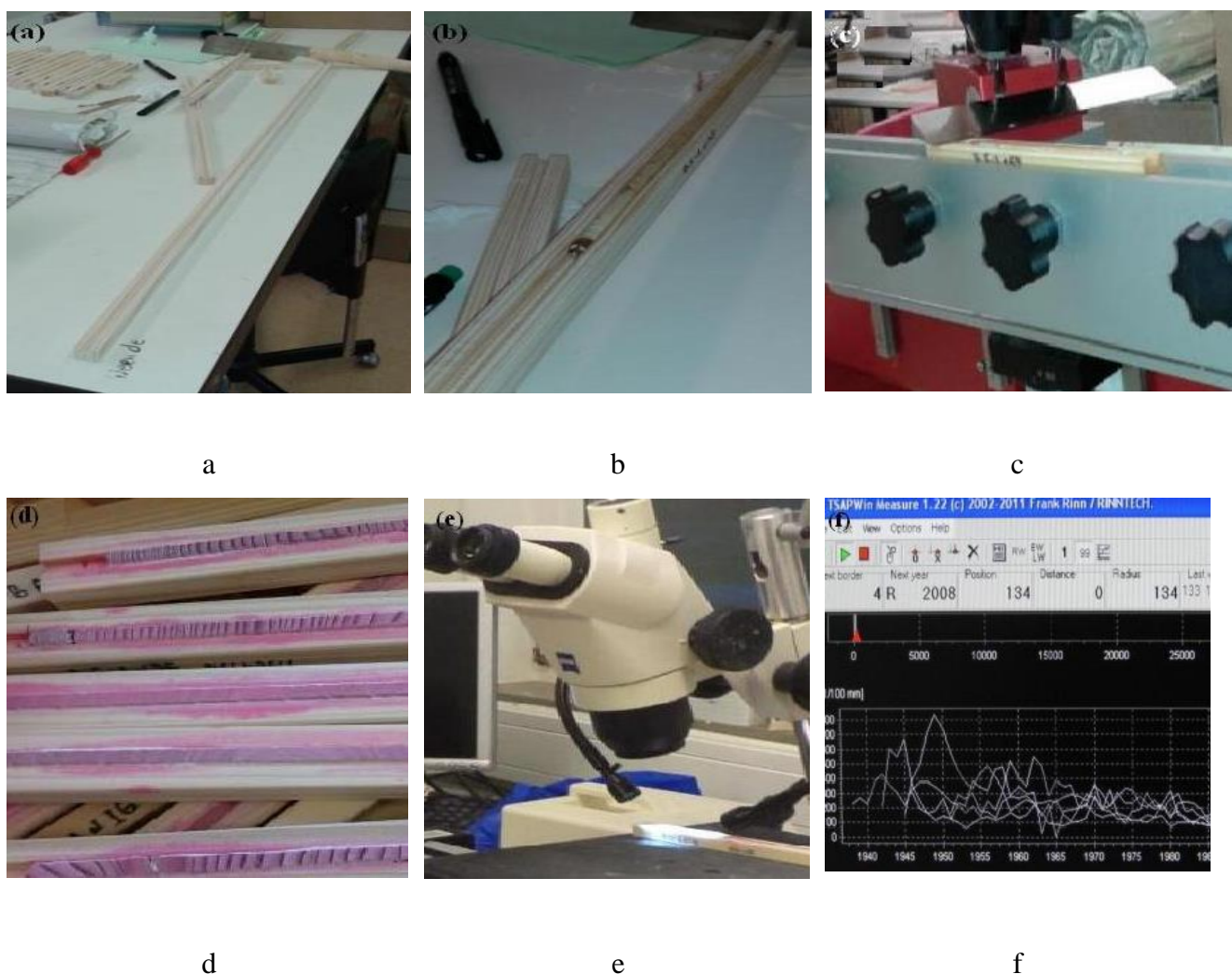


Рисунок 9 – Работа в лаборатории (Фото Ш. Абилова)

а, б – наклейка кернов на деревянную основу; с – зачистка поверхности образца микротоном; d – окрашивание сафранином и затирка мелом; е – измерение годичных колец; f-автоматическая передача данных в компьютер

Измерения ширины годичных колец мы проводили под стереомикроскопом. Ширина годичных колец, была измерена с точностью до

«+» 0,01 мм на полуавтоматической установке LINTAB-6.0. Установка состоит из стереомикроскопа, измерительного стола, с помощью которого осуществляется равномерная подача керн по направлению измерений, а также компьютера как накопителя измеренных данных. Величина ширины годичных колец автоматически фиксируется компьютерной программой, в нашем случае это программа TSAP-Win (Time Series & Analysis Presentation – анализ и перекрестная датировка дендрохронологических серий и графическое представление результатов обработки данных) [230 с. 36-43; 233, р. 23-35; 235, с. 92-99].

При отборе кернов древесины бурав не всегда проходит через сердцевину ствола. Во-первых, это вызывает неточное определение возраста образца на данной высоте, во-вторых завышает ширину годичных колец, так как она уже идет не по перпендикуляру, а по хорде. В-третьих, результатом является образование на керне поблизости от сердцевины «косых» слоев. Для устранения этого эффекта необходимо ориентировать керн в процессе измерений так, чтобы линия шкалы бинокля шла перпендикулярно границам годичных слоев [230, с. 47-69; 233, р. 151-175; 235, с. 92-99].

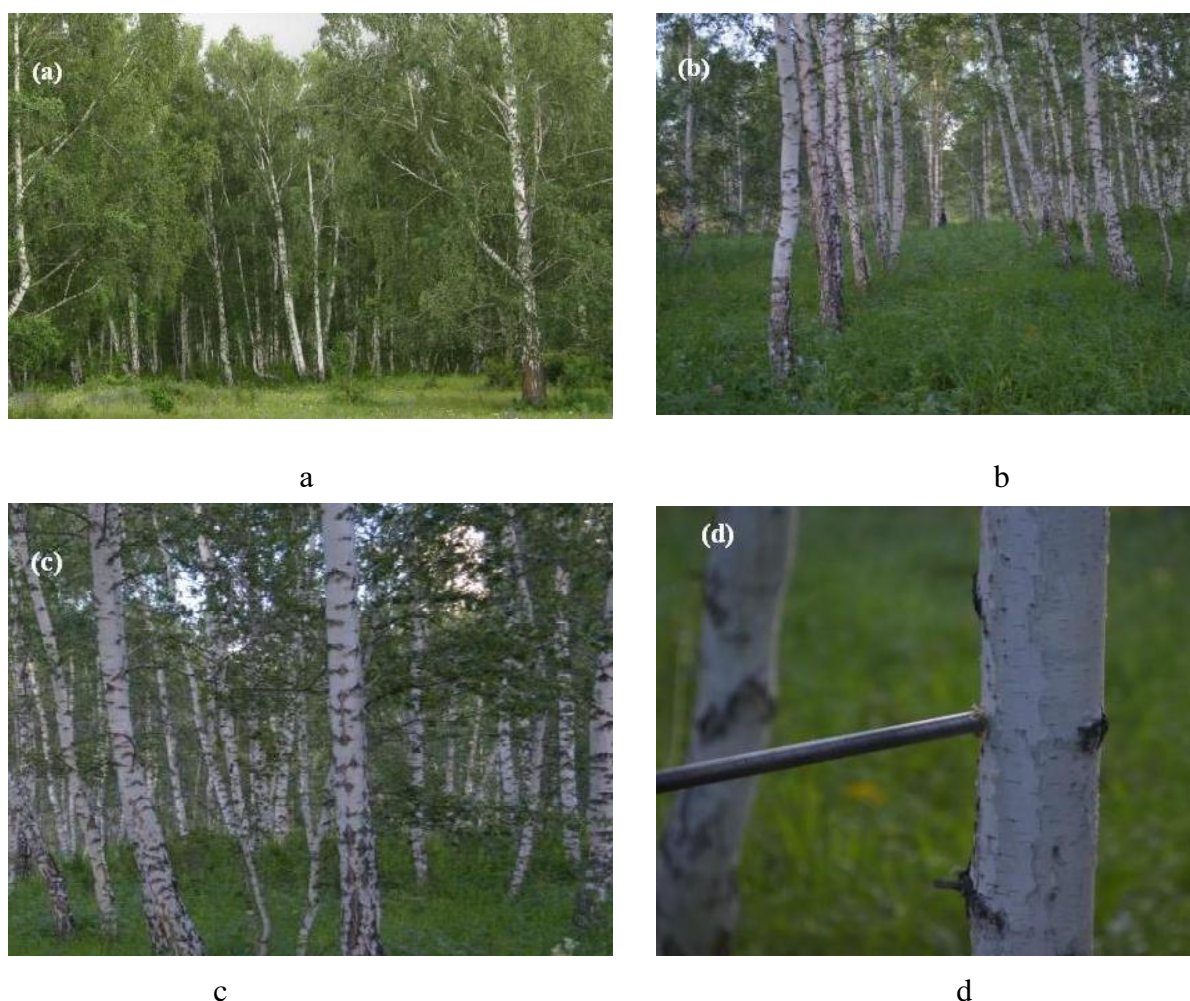


Рисунок 10 - Береза повислая (Фото Жантлесова (Абилова) Ш., Толеутаев С.)
а, b, c - березовые леса в ККГНПП; d - взятие пробы (керн)

Так как объектом наших дендрохронологических исследований является береза повислая, то в основном брались ее образцы древесины, но так как на площадках также встречались другие породы деревьев с них тоже брались образцы кернов (рисунок 10).

3.2.3 Методика исследования анатомических срезов

Дендрохронологические методы исследования древостоев в ККГНПП изучены недостаточно, а анатомические исследования березы в этом регионе практически не проводились.

С биологической точки зрения древесина - продукт деятельности камбия, состоящего из определенных клеточных элементов. Клетки одинакового строения, выполняющие одну и ту же функцию, образуют ткани. Различают три основных типа тканей: проводящие, механические и запасные. Большинство клеток древесины направлено вдоль оси ствола и только клетки сердцевинных лучей расположены в радиальном направлении. Сложное анатомическое строение древесины существенно различается. Как у разных древесных пород, так и в пределах одного дерева [251-255].

Годичные кольца древесных растений имеют сложное анатомическое строение с высокой анизотропией (различие) физико-химических свойств. По анатомическому строению кардинально различаются годичные кольца лиственных и хвойных пород. Анатомические исследования срезов веточек лиственных и хвойных пород определяли по общепринятым методикам [251, с. 27-29; 252, р. 76-81; 253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Исследования проводились на территории Восточного Казахстана в ККГНПП, в качестве объекта исследования была выбрана береза повислая (*B. pendula*.) и лиственница сибирская (*Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.). Береза повислая обладает значительной экологической пластичностью, высокой приспособленностью к различным условиям обитания. В связи с этим она является удобным объектом для анатомических исследований в условиях лесостепи Восточного Казахстана [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Для сбора научного материала нами были выделены деревья на площадках 20x20. С каждого отмеченного дерева брали по 3 веточки длиной 30-40 см, веточки срезались ровными и прямыми, на высоте от 3 до 4 метров специальными ножницами. Также необходимо отметить, что срезаемые веточки берутся только с солнечной стороны. Весь полученный материал веточек маркировался и подписывался [253, с. 101-105; 254, с. 225-231]. Для упаковки и транспортировки, веточки деревьев заворачивали в хлопчатобумажный материал, укладывали в большой непротекаемый пакет и заливали дистиллированной водой [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Далее в лаборатории подготавливали веточки к анатомическому анализу. Собранные веточки резались от 2 до 4 см. и укладывались в пробирки и

заливались спиртом. Все надписи с веточек сделанные в полевых условиях, переносились на пробирки (рисунок 11) [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

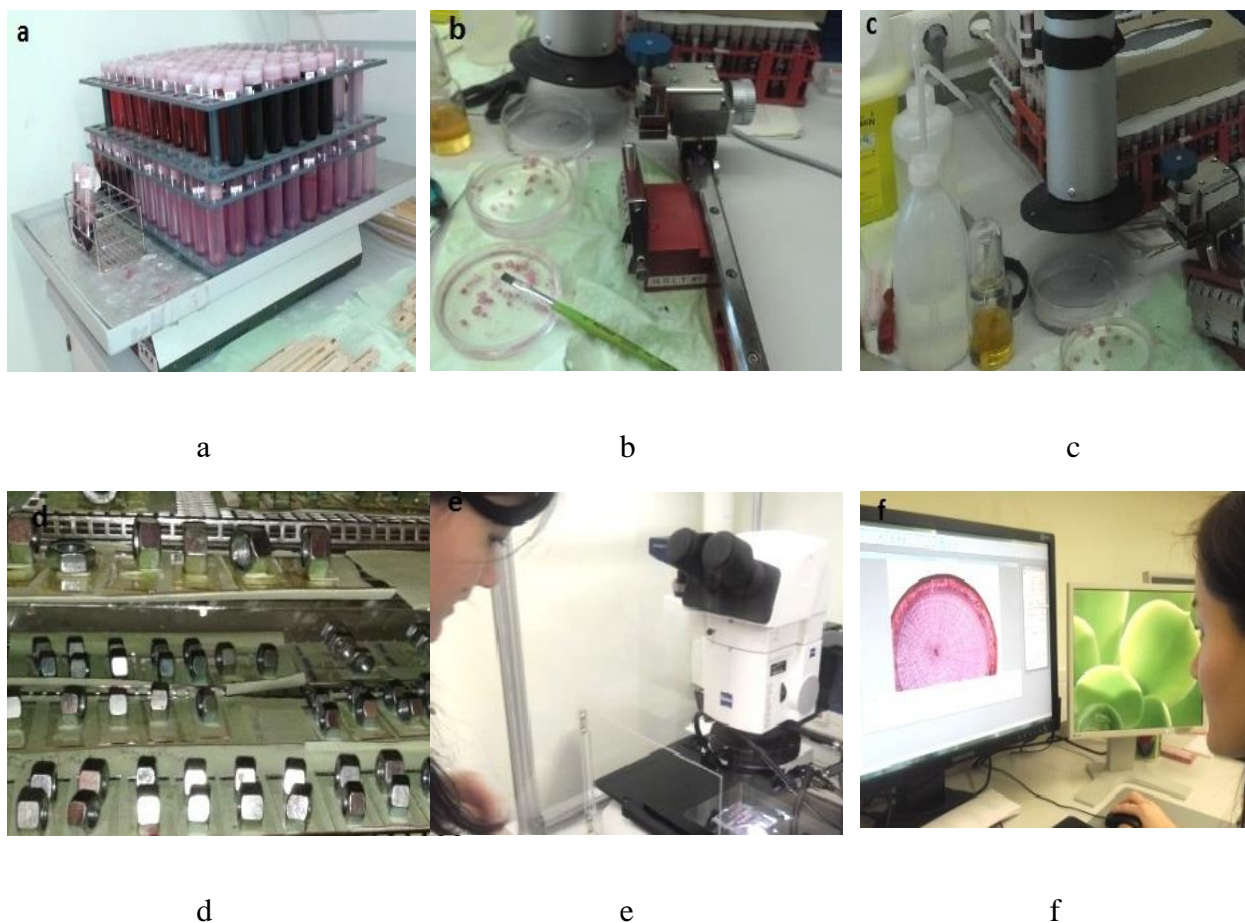


Рисунок 11– Работа в лаборатории (Фото Ш. Абилова)

Где - а – окрашивание проб; b- нарезка проб на микротоме; с– фиксирование проб; d – сушка проб; e – сканирование готовых проб; f – компьютерная обработка отсканированных анатомических проб.

Окрашивание веточек. Все готовые пробы заливались красителем (раствор сафранина 10%) и оставлялись на 3 дня, затем промывали окрашенные пробы в двух чашках 70% спирта. Промытые пробы заливались 70% спиртом. Эту процедуру повторяли еще 3 дня подряд. Для смягчения проб перед нарезкой, образцы заливались на 1-2 дня дистиллированной водой.

Нарезка проб. Для нарезки проб мы использовали микротом, срезы делали по 2,5 мм, постепенно уменьшали срез до 1,5 мм. Чем тоньше срез, тем лучше его использовать при дальнейшем исследовании. Готовые срезы кисточкой помещали в дистиллированную воду. Из всех проб выбирали самые лучшие и помещали их в 100% спирт, в спирту срезы затвердевали, и после этого их помещали на предметные стекла, затем смазывали края эупаралем (euparal - широко используется в монтаже энтомологических и гистологических

образцов) и покрывали покровными стеклами. На заключительном этапе, готовый микротомный препарат, помещали в сушильный шкаф на 7 дней, предварительно установив на них грузики весом 5-10 грамм [230, с. 26-48; 253, с. 101-105; 254 с. 225-231, 255, с. 276-284].

Когда микротомные препараты готовы, мы очищали их острым лезвием от остатков эупарала и сканировали на электронном микроскопе.

Микротомный препарат подставляет собой тонкий, толщиной 20-30 микрометров срез древесины. Плоскость среза перпендикулярна волокнам (трахеидам). Срез заключён в оптически прозрачную среду (euparal) между предметным и покровными стёклами.

Для сравнения и идентификации древесины нами был использован атлас «Анатомия древесины растений России» Беньковой и Швейнгрубера [242, р. 45-84; 253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Компьютерная обработка микротомных препаратов проводилась с использованием программного обеспечения AxioVision.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Характеристика пробных площадей

В первой части исследований нами были отобраны более 10 пробных площадей для дендрохронологических исследований.

В ходе дендрохронологических исследований березы повислой в различных зонах ККГНПП было заложено шесть основных пробных площадей и четыре дополнительных, расположенных в ККГНПП всего было отобрано более 1600 образцов кернов. Краткая таксационная характеристика насаждения на пробных площадях приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Таксационная характеристика древостоев на пробных площадях

Площадка	Возраст min. (годы)	Возраст max. (годы)	Средняя высота (м)	Средний диаметр (см)	Количество кернов	Преобладающая порода
B-1	50	87	11,4	93,8	174	Береза
B-2	45	81	7,6	118,9	113	Береза
B-3	21	88	9,9	78,6	177	Береза
B-4	21	81	10,5	78,5	192	Береза
B-5	20	137	5,3	66,7	193	Береза
B-6	34	83	7,4	91	218	Береза
S 31	16	143	11,6	93,8	112	Лиственница
S 41	36	249	10,1	62	93	Лиственница
S 1	35	268	12	85,1	111	Лиственница
Ab 1	24	305	15	75,1	300	Пихта
Всего:					1683	

Из таблицы 9 видно, что полученные данные таксационных характеристик на пробных площадях в условиях ККГНПП позволяют отметить стабильные таксационные показатели березового древостоя и древостоя других видов деревьев.

Таким образом, из 10 пробных площадей преобладающей породой является береза, у березового древостоя максимальный возраст составляет 137 лет, а минимальный 20 лет. У лиственницы максимальный возраст составляет 268 лет, а минимальный 16 лет. Также у пихты максимальный возраст составляет 305 лет, а минимальный 24 года. Средний максимальный диаметр составляет 118,9 см., а средний минимальный 62 см. По высоте средняя максимальная составляет 15 м., а средняя минимальная 5,3 м (Приложение Ж).

4.2 Анализ основных семейств флоры в ККГНПП

На территории Катон-Карагайского национального природного парка произрастает более 1000 видов растений из 78 семейств, из них 30 занесены в Красную книгу Республики Казахстан. Наиболее богаты видами семейства: злаковые (*Poaceae*), сложноцветные (*Asteraceae*), розоцветные (*Rosaceae*), лютиковые (*Ranunculaceae*), бобовые (*Fabaceae*), осоковые (*Cyperaceae*), гвоздичные (*Caryophyllaceae*).

Для каждого таксона вида приводится информация о распространении на территории ККГНПП по 10 пробным площадям. Все собранные образцы гербарного материала хранятся в Ботаническом институте им. Альберта-фон-Хеллера Геттингенского Университета им. Георг-Августа. В таблице 10 представлены наиболее крупные семейства флоры ККГНПП.

Таблица 10 - Крупнейшие семейства флоры ККНПП

№	Семейство	Число родов	% от общего числа родов	Число видов	% от общего числа видов
1	<i>Asteraceae</i>	51	18	112	20
2	<i>Poaceae</i>	32	11	66	11,6
3	<i>Fabaceae</i>	22	7,8	54	9,5
4	<i>Brassicaceae</i>	20	7,1	48	8,4
5	<i>Ranunculaceae</i>	16	5,7	44	7,7
6	<i>Rosaceae</i>	28	10	42	7,4
7	<i>Caryophyllaceae</i>	16	5,7	38	6,7
8	<i>Cyperaceae</i>	7	2,5	34	6
9	<i>Apiaceae</i>	20	7,1	31	5,4
10	<i>Lamiaceae</i>	21	7,5	28	4,9
11	<i>Scrophulanaceae</i>	10	3,5	25	4,4
12	<i>Alliaceae</i>	18	6,4	20	3,5
13	<i>Violaceae</i>	11	3,9	12	2,1
14	<i>Euphorbiaceae</i>	8	2,8	11	1,9
	Всего:	280		565	

Из таблицы 10 видно, что ведущими семействами являются *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae* на эти семейства приходится больше половины видов флоры ККГНПП- 64,6 %. На семейство *Caryophyllaceae* приходится 6,7 % видов. Господствующее положение по

числу видов занимает семейство *Asteraceae* насчитывающее в своем составе 112 видов и играет наибольшую флористическую роль в исследуемом регионе. Второе ведущее место занимает семейство *Poaceae* - 66 видов, данные виды семейства играют существенную роль в сложении травяного покрова. На третьем месте стоит семейство *Fabaceae* - содержащее в своем составе 54 вида, за счет полиморфного рода *Astragalus*, видовая насыщенность семейства *Fabaceae* является крупнейшим родом флоры ККГНПП. Семейство *Brassicaceae* занимает 4 место по числу видов - 48. Наибольшее количество видов этого семейства распространено в предгорной части исследуемого региона (*Alyssum*, *Erysimum*, *Lepidium*, *Sisymbrium*). В семействе *Ranunculaceae* насчитывается 44 вида, это в основном представлены однолетними, двулетними и многолетними травами (*Pulsatilla*, *Ranunculus*, *Atragene*). Также важную роль играет семейство *Rosaceae* насчитывающее 42 вида. Представители семейства *Rosaceae* встречаются в самых разнообразных растительных сообществах, хотя обычно не играют в них доминирующей роли, но во многих местах являются их характерным элементом.

В растительном покрове исследованных участков наиболее значительной представляется роль семейства *Asteraceae*, около одной трети которых относится к содоминантам, реже - к доминантам сообществ. Также велика роль видов семейства *Poaceae*, более половины видов которого относятся к эдификаторам, доминантам и со-доминантам растительных сообществ [257].

Таблица 11 - Ведущие роды флоры ККНПП

№	Род	Число видов	% от общего числа видов
1	<i>Carex</i>	25	14,2
2	<i>Astragalus</i>	20	11,3
3	<i>Artemisia</i>	20	11,3
4	<i>Allium</i>	15	8,5
5	<i>Viola</i>	14	7,9
6	<i>Potentilla</i>	13	7,3
7	<i>Ranunculus</i>	13	7,3
8	<i>Veronica</i>	10	5,6
9	<i>Galatella</i>	12	6,8
10	<i>Euphorbia</i>	14	7,9
11	<i>Centaurea</i>	10	5,6
12	<i>Melica</i>	10	5,6
	Всего:	176	

Как видно из таблицы 11 наиболее крупными родами являются *Carex* (25), *Astragalus* (20), *Artemisia* (20), *Allium* (15), *Viola* (14), род *Carex* имеет ведущие позиции - 14,2 % видов. Из-за доминирования семейства *Asteraceae* флора ККГНПП попадает в группу «степных» флор, для которых характерно значительное участие лесостепного и степного флористических элементов. Лидирующее положение *Asteraceae* (астровых) и *Poaceae* (мятликовых) характерно для большинства бореальных флор, их роль заметно возрастает в крайних условиях существования (горные и предгорные территории).

Ведущая роль типично бореальных родов *Carex* (14,2%), *Astragalus* (11,3%), *Artemisia* (11,3%), *Allium* (8,5 %), *Viola* (7,9 %) и *Potentilla* (7,3 %) еще раз подтверждает общий бореальный характер флоры ККГНПП. Вполне закономерно возрастание роли *Astragalus*, *Artemisia*, *Allium* для территорий ККГНПП можно объяснить тем, что на территории Горного Алтая (или в непосредственной близости) расположены очаги видообразования этих родов.

Таблица 12 - Распространение основных родов по исследованным участкам

№	Род / площадки	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	S 31	S 41	S 1	Ab 1
1	<i>Carex</i>	1	2	2	2	1	4	2	4	2	5
2	<i>Astragalus</i>	-	1	4	6	5	-	-	-	-	4
3	<i>Artemisia</i>	1	4	6	5	-	-	-	-	3	1
4	<i>Allium</i>	-	-	-	3	2	-	2	1	3	5
5	<i>Viola</i>	1	-	2		4	5		-	2	-
6	<i>Potentilla</i>	1	3		2	2	1	2	-	-	2
7	<i>Ranunculus</i>	3	1	2	4	-	1	1	1	-	-
8	<i>Veronica</i>	-	3	-	-	3	-	-	-	1	3
9	<i>Galatella</i>	-	1	-	2	4	-	3	1	-	1
10	<i>Euphorbia</i>	3	2	2	2	2	2	1	-	-	-
11	<i>Centaurea</i>	-	1	1	1	1	1	1	2	1	-
12	<i>Melica</i>	-	-	-	-	2	3	1	2	2	-
	Общий % присутствия видов на площадке.	50	75	58	75	83	58	66	50	58	66

Из таблицы 12 видно, что на площадке В-1 и S 41 присутствуют 50% видов растений, в то время как на площадке В-5 присутствует наибольшее количество видов 83%. Процент видов на площадках В-2, В-3, В-4, В-6, S 31, S 1, Ab 1 имеет значения от 58 до 75 %.

Таблица 13 - Основные типы местообитаний сосудистых растений, оценка их площади и видовое богатство в ККГНПП.

№	Площадки	Местообитание	Почвенно-растительные условия	Растительность	Число видов растений
1	В-1	Лесостепь	В почвенно-растительном покрове господствуют лиственные травянистые леса на горно-лесных черноземовидных почвах	Древостой площадки сложен в основном березами, единично встречается лиственница и сосна. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 30 до 70 %, мхи покрывают 5–20 % поверхности почвы.	10
2	В-2	Лесостепь		Древостой площадки сложен в основном березами, единично встречается лиственница. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 40 до 80 %, мхи покрывают 15–25 % поверхности почвы.	18
3	В-3	Лесостепь		Древостой площадки сложен в основном березами, единично встречается лиственница, кедр. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 25 до 75 %, мхи покрывают 15–25 % поверхности почвы.	19
4	В-4	Лесостепь		Древостой площадки	27

				<p>сложен в основном березами, единично встречается осина и тополя. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 15 до 65 %, мхи покрывают 5–20 % поверхности почвы.</p>	
5	В-5	Лесостепь		<p>Древостой площадки сложен в основном березами, единично встречается осина и тополя. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 30 до 65 %, мхи покрывают 15–20 % поверхности почвы.</p>	26
6	В-6	Лесостепь		<p>Древостой площадки сложен в основном березами, единично встречается осина и тополя. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники (в основном шиповник). Проективное покрытие травостоя изменяется от 15 до 75 %, мхи покрывают 5–20 % поверхности почвы.</p>	17
7	S 31	Горные, предгорные районы	<p>В почвенно-растительном покрове господствуют листовнично-кедровые и кедрово-трявяно-зеленомошным лесом на горно-лесных бурых почвах.</p>	<p>Древостой площадки сложен в основном лиственницами, пихтой, кедром высотой 15–26 м. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от</p>	13

			40 до 60 %, мхи покрывают 10–20 % поверхности почвы.	
8	S 41	Горные, предгорные районы	Древостой сложен в основном лиственницами, сосной и кедром. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 25 до 75 %, мхи покрывают 5-10% поверхности почвы.	11
9	S 1	Горные, предгорные районы	Древостой сложен в основном лиственницами и пихтами, высотой 14–25 м. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 35 до 70 %, мхи покрывают 10–15 % поверхности почвы.	14
10	Ab 1	Горные, предгорные районы	Древостой сложен в основном лиственницами и пихтами высотой 17–28 м. В нижней части лесного массива единично встречаются кустарники. Проективное покрытие травостоя изменяется от 27 до 72 %, мхи покрывают 10–20 % поверхности почвы.	21

По таблице 13 можно сделать следующий вывод, на исследуемых площадках в основном древостоем является береза повислая, лиственница сибирская, также присутствуют в меньшем количестве пихта сибирская, осина, тополь, кедр и сосна сибирская. Проективное покрытие травостоя на изученных площадках составляет от 15 до 80 %.

Таким образом, богатый видовой состав ведущих семейств *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae* указывает на то что эти семейства традиционно входят в число ведущих семейств флор ККГНПП,

где сосредоточена их основная масса видов. Расположение на стыке географических провинций, природно-климатические условия, вертикальная зональность, обусловили чрезвычайно богатое и сложное по происхождению видовое разнообразие растительности ККГНПП.

4.3 Изучение влияния климатических факторов на радиальный прирост древесины в лесостепи Восточного Казахстана

Известно большое количество научных работ по изучению климатической обусловленности динамики формирования многолетних древесно-кольцевых хронологий и установлению корреляционных связей между различными климатическими параметрами и приростом деревьев, проводились различные анализы сезонной динамики годичного прироста древесины и влияния различных климатических факторов на структуру годичных колец в разных условиях. Однако необходимо отметить, что влияние климата на годичный прирост деревьев иногда зависит и от вида древесного растения и от конкретного его местообитания.

В первой части исследований мы изучали влияние климатических факторов (атмосферные осадки, температура воздуха, солнечная активность) на радиальный прирост древесины в лесостепи Восточного Казахстана.

В данном исследовании применялась стандартная методика по дендрохронологии. Исследовались временные ряды прироста древесины, полученные на учетных деревьях, взятых на пробных площадках. При оценке влияния климатических факторов на годичный прирост древесины нами были использованы данные по температуре воздуха, атмосферным осадкам, а также данные по солнечной активности. Температура и осадки брались за различные промежутки вегетационного периода (с мая по сентябрь с 1932 по 2014 гг.).

Каждый климатический фактор сравнивался с годичным приростом по площади сечения ствола. Прирост измеряли на кервах, которые были взяты с высоты 1,3 м учетных деревьев на пробной площади с точностью $\pm 0,05$ мм. Нами использовались метеоданные, предоставленные РГП «Казгидромет». Годичный прирост сравнивался с климатическими факторами по отдельным пробным площадям, а также между некоторыми отдельными видами древостоев. Всего заложено 10 пробных площадей (более 30 подплощадок) в Восточно-Казахстанской области и, отобрано более 1600 кернов с учетных деревьев.

В настоящем разделе исследований мы изучали влияние температуры воздуха, атмосферных осадков и влияние солнечной активности, определяющих радиальный прирост древесины березы повислой и других древостоев в исследуемом регионе.

В результате наших исследований было выявлено, что атмосферные осадки и солнечная активность выступают в роли основных факторов, определяющих величину радиального прироста древесины березы повислой и других древостоев в исследуемом регионе, температура воздуха имеет

отрицательную корреляцию с приростом древесины, что показывает отрицательное влияние на формирование годового прироста березы повислой в районе исследования, это можно объяснить тем, что при высокой температуре воздуха идет большое испарение влаги с поверхности крон деревьев (рисунок 12).

Рельеф оказывает влияние на годичный прирост березы повислой через перераспределение указанных климатических факторов и выступает в качестве косвенного фактора.

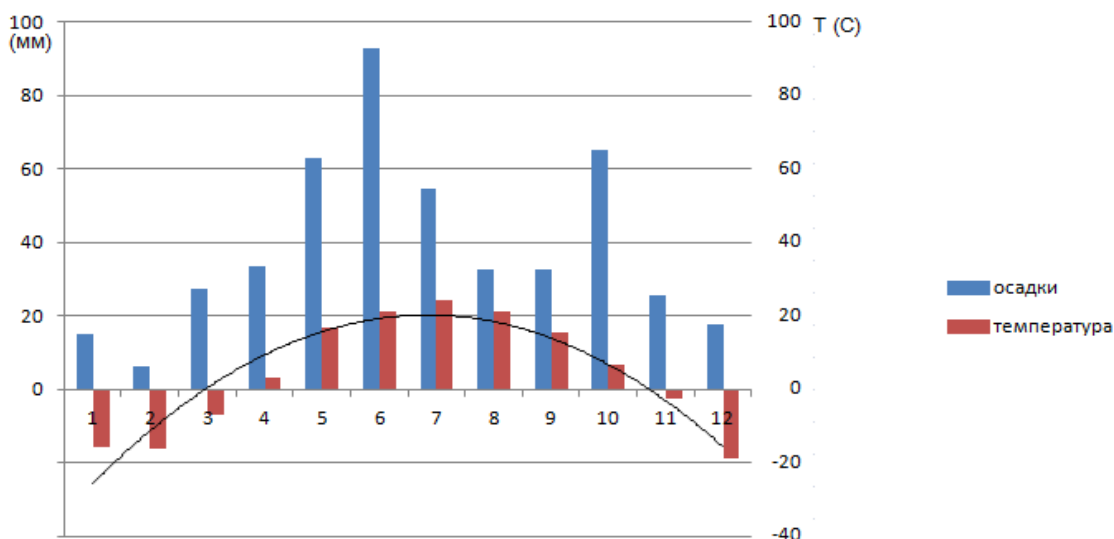


Рисунок 12 - Комплексный график годового хода температуры воздуха и осадков.

Для выявления лимитирующих факторов произрастания березы повислой использовались метеоданные, предоставленные РГП «Казгидромет» по атмосферным осадкам и температуре воздуха, по солнечной активности данные были взяты с открытого интернет источника МЦД-SILSO, Королевская обсерватория Бельгии.

Корреляционный анализ графиков пробных площадей, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов по каждой пробной площади, указывает на положительное влияние атмосферных осадков, значения корреляции составляют от 0,04 до 0,46 (Рисунки 12-21).

Корреляционный анализ графиков пробных площадей, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов по каждой пробной площади, показывает отрицательное влияние температуры воздуха на прирост древостоев, значения корреляции составляют от -0,32 до -0,56 (Рисунки 22-31).

Корреляционный анализ графиков пробных площадей, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов по каждой пробной площади, указывает на значительное положительное влияние солнечной

активности на прирост древостоев, значения корреляции составляют от 0,53 до 0,88 (Рисунки 32-41). Корреляционный анализ выполнялся в программе STATISTICA 13.2

Таким образом в настоящем разделе исследований нами были выявлены значения корреляции прироста березы повислой с атмосферными осадками, температурой воздуха и солнечной активностью.

4.3.1 Влияние атмосферных осадков на радиальный прирост березы повислой

В данной части исследований мы изучали влияние климатического фактора (атмосферные осадки) на радиальный прирост березы повислой. Полученные данные по лесостепи Восточного Казахстана представлены на рисунках 13-18, а также в горных районах исследования данные представлены на рисунках 18-21.

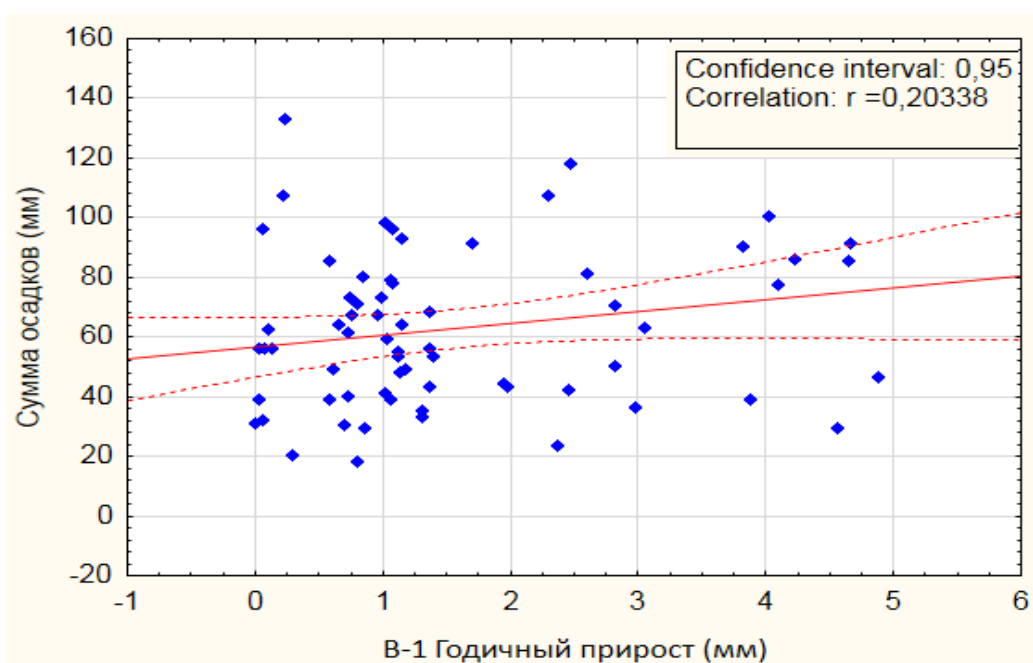


Рисунок 13 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке В-1.

Из рисунка 13 видно, что корреляционный анализ графика пробной площади В-1, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади В-1 имеет значения $r = 0,20$ что указывает на положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B.*

pendula) показало, что береза повислая произрастающая в лесостепной зоне Восточного Казахстана имеет достаточное увлажнение, за счет стока атмосферных осадков с гор и склонов, значительного накопления осадков в почве лесостепи в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,20$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

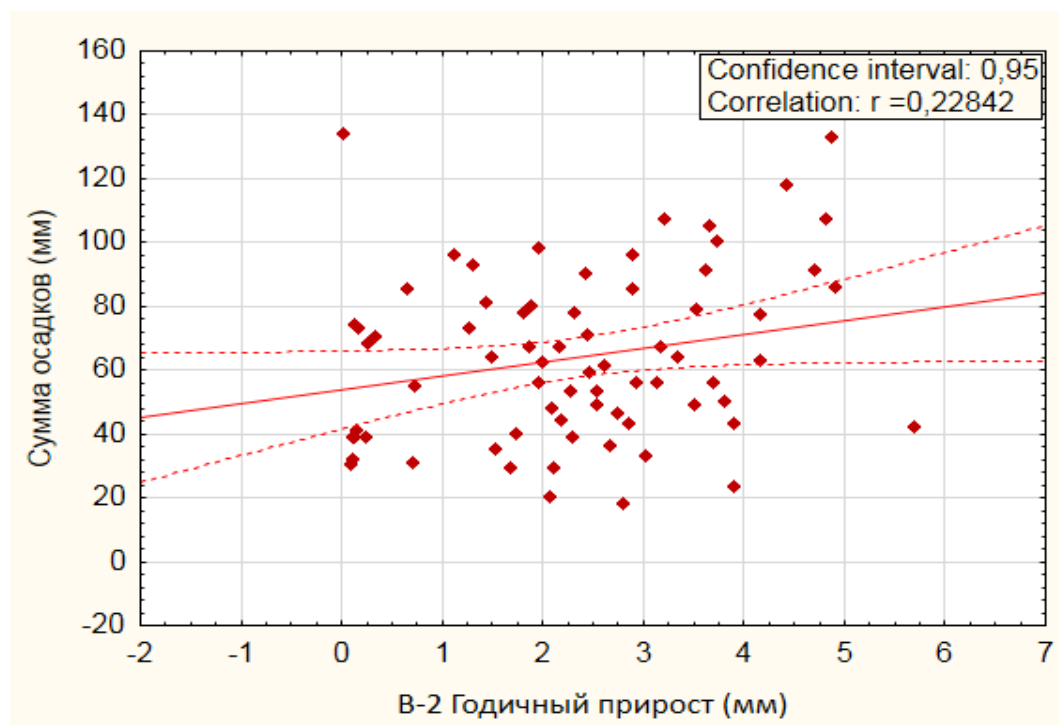


Рисунок 14- Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке В-2.

Анализ графика пробной площади В-2, на рисунке 14 показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков имеет значения $r = 0,22$ что указывает на положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в лесостепной зоне Восточного Казахстана имеет достаточное увлажнение, за счет стока атмосферных осадков с гор и склонов, значительного накопления осадков в почве лесостепи в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,22$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

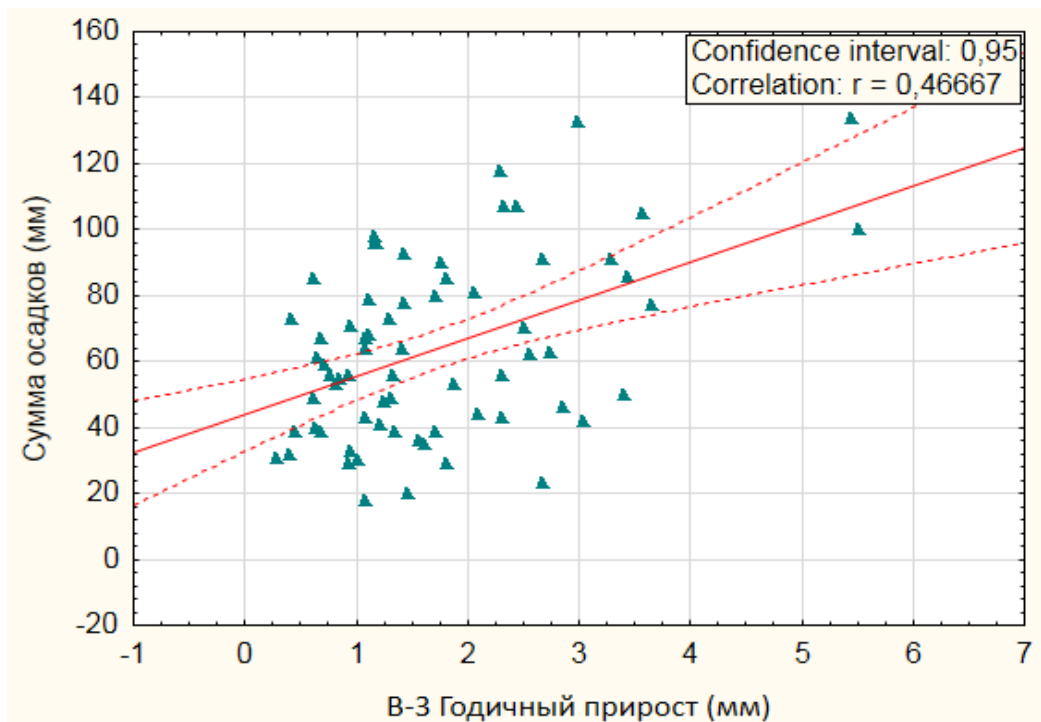


Рисунок 15 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке В-3.

Корреляционный анализ графика на рисунке 15 пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади В-3 имеет значения $r = 0,46$ что указывает на положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в лесостепной зоне Восточного Казахстана имеет достаточное увлажнение, за счет стока атмосферных осадков с гор и склонов, значительного накопления осадков в почве лесостепи в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,46$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

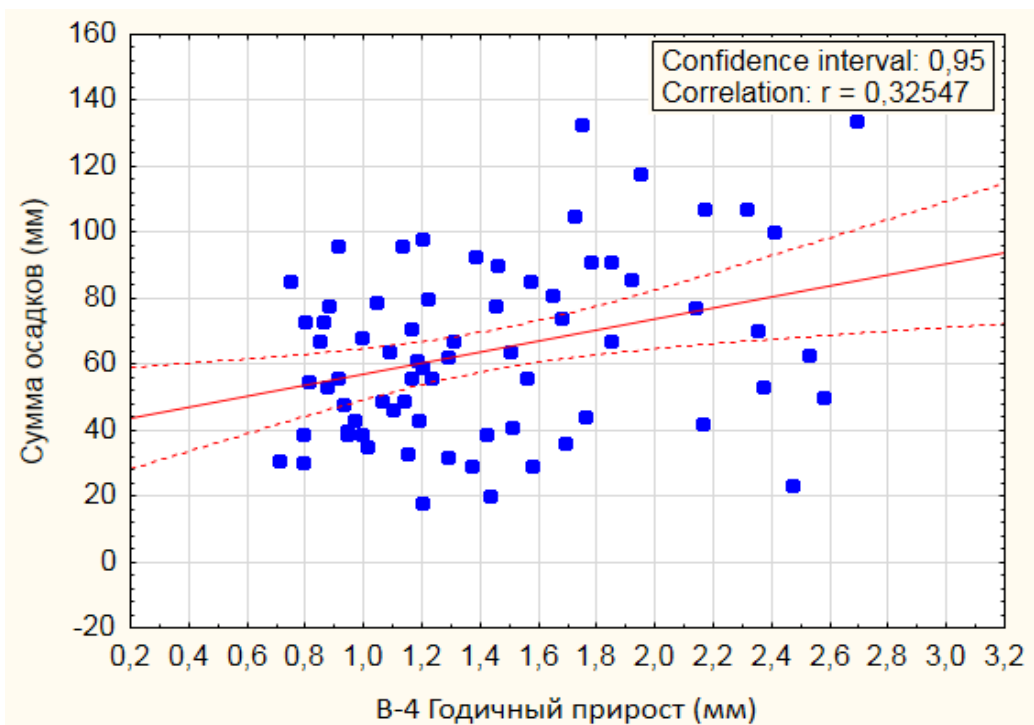


Рисунок 16 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке В-4.

На данном графике пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади В-4 имеет значения $r = 0,32$ что указывает на положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в лесостепной зоне Восточного Казахстана имеет достаточное увлажнение, за счет стока атмосферных осадков с гор и склонов, значительного накопления осадков в почве лесостепи в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,32$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 16).

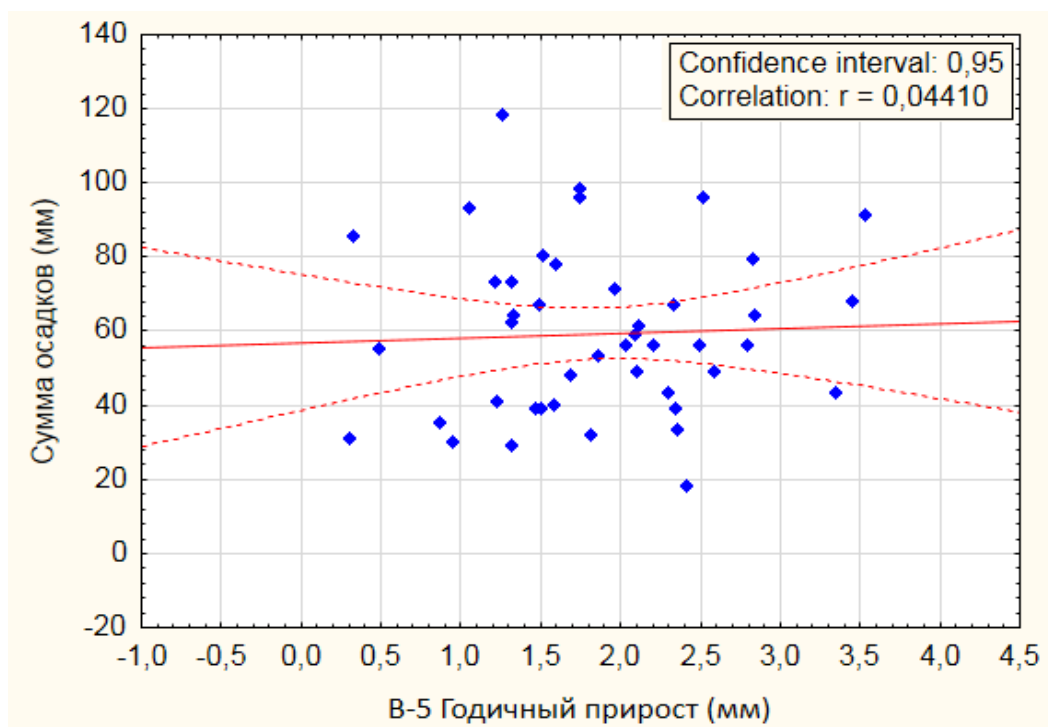


Рисунок 17 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке В-5.

Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой на рисунке 17 показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади В-5 имеет значения $r = 0,044$ что указывает на положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в лесостепной зоне Восточного Казахстана имеет достаточное увлажнение, за счет стока атмосферных осадков с гор и склонов, значительного накопления осадков в почве лесостепи в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,044$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

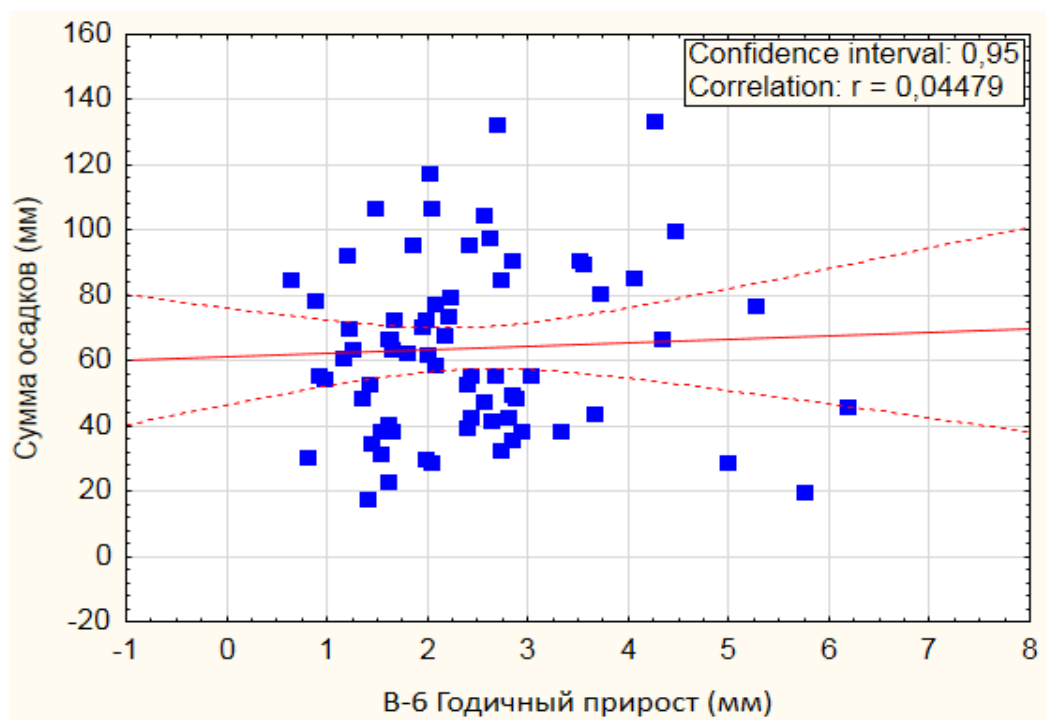


Рисунок 18 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке В-6.

На рисунке 18 корреляционный анализ графика пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади В-6 имеет значения $r = 0,04$ что указывает на слабое но положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в лесостепной зоне Восточного Казахстана имеет достаточное увлажнение, за счет стока атмосферных осадков с гор и склонов, значительного накопления осадков в почве лесостепи в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,04$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

Таким образом можно сделать вывод, что в лесостепной зоне в летний период уровень почвенно-грунтовых вод предопределяется запасом влаги в зимне-весенний период, и сумма годовых осадков имеет большее значение. Заслуживает внимания тот факт, что положительная корреляционная связь с атмосферными осадками, вероятно, связана с накоплением снежных масс в зимние месяцы, тем самым запасая влагу в почве, что впоследствии оказывает

положительное влияние на годичный прирост древесины с началом вегетационного периода.

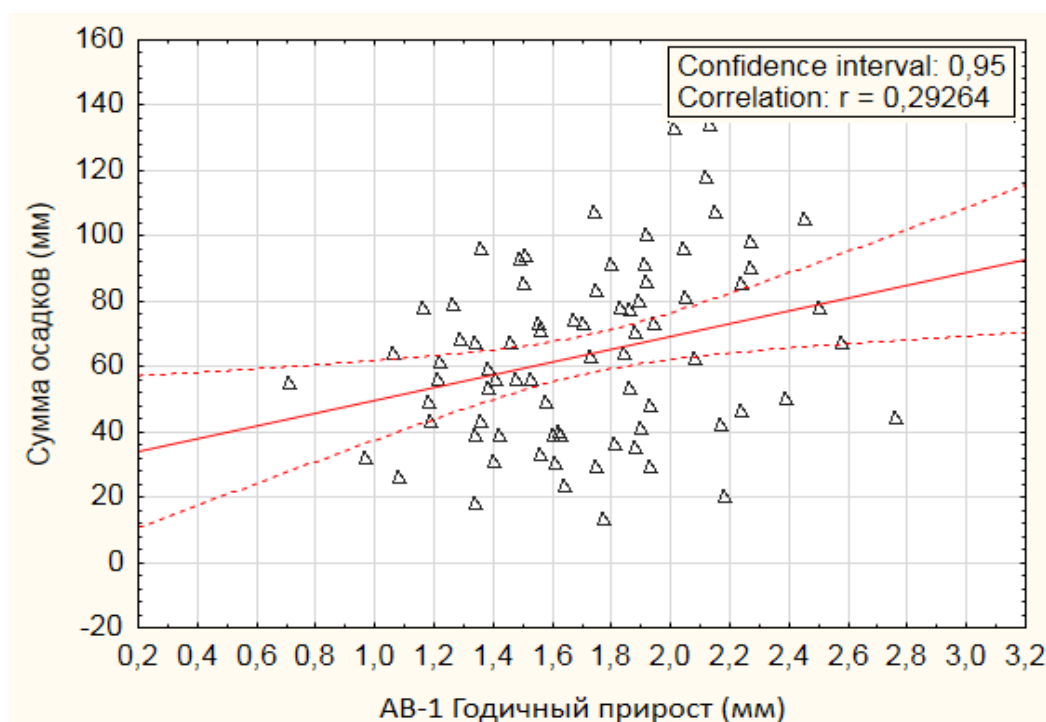


Рисунок 19 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке АВ-1.

В следующей серии исследования проводился корреляционный анализ в горных районах исследуемого леса. Корреляционный анализ графика (рисунок 19) пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади АВ-1 имеет значения $r = 0,29$ что указывает на положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в горных районах исследования Восточного Казахстана также имеет достаточное увлажнение, за счет значительного накопления осадков в почве в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,29$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

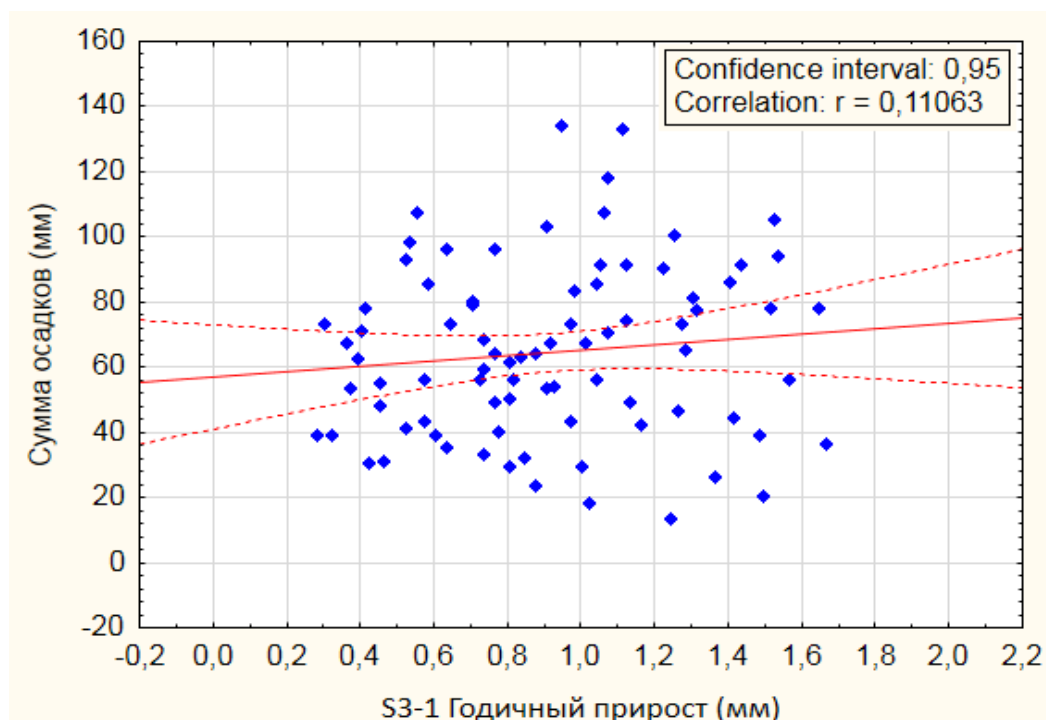


Рисунок 20 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке S3-1.

Зависимость корреляции на рисунке 20 пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади S3-1 имеет значения $r = 0,11$ что указывает на слабое положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в горных районах исследования Восточного Казахстана также имеет достаточное увлажнение, за счет значительного накопления осадков в почве в зимний период.

Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,11$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

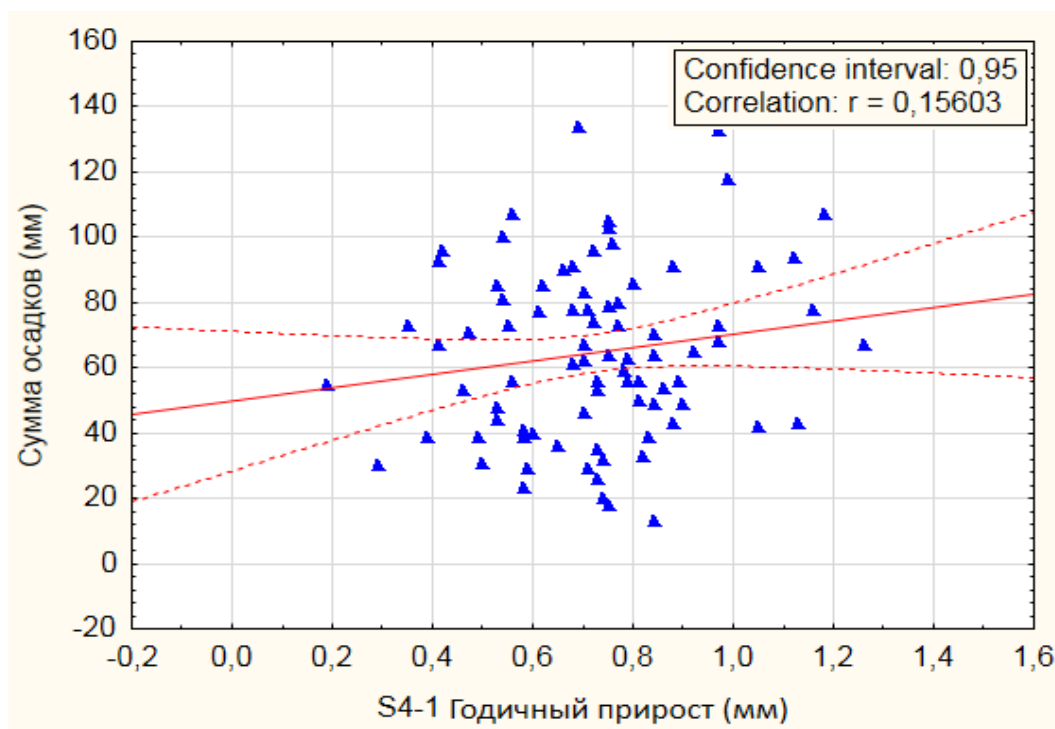


Рисунок 21 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке S4-1 .

На данном рисунке корреляционный анализ графика пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади S4-1 имеет значения $r = 0,15$ что указывает на слабое положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в горных районах исследования Восточного Казахстана также имеет достаточное увлажнение, за счет значительного накопления осадков в почве в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,15$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 21).

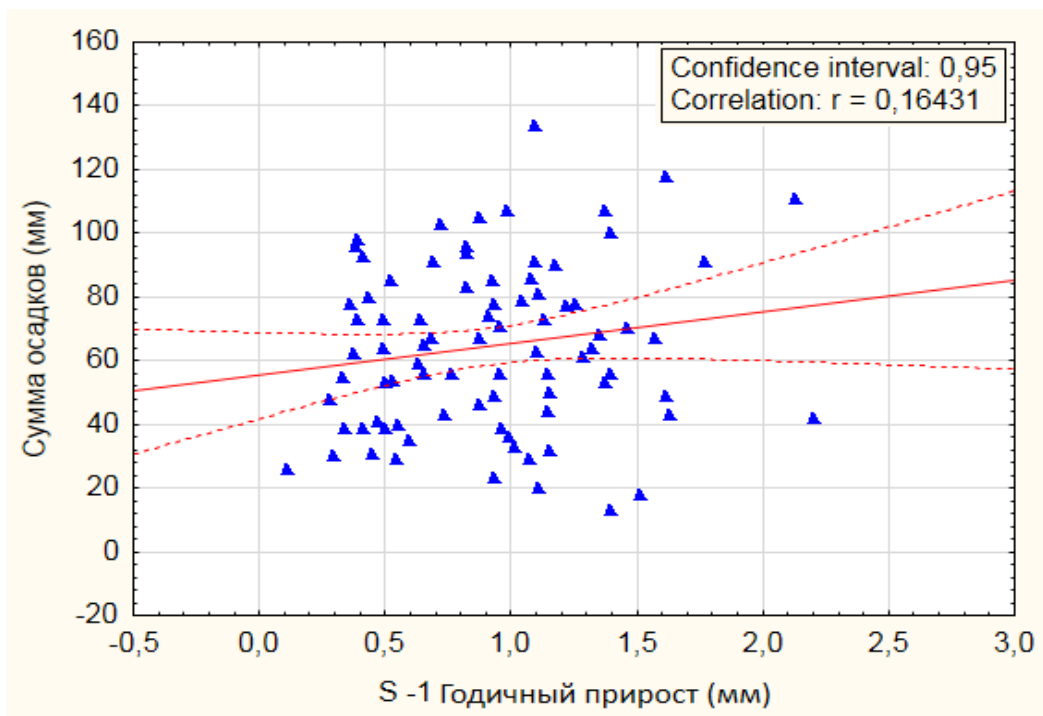


Рисунок 22 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с атмосферными осадками на площадке S-1 .

Зависимость корреляции пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями атмосферных осадков по данным пробной площади S-1 имеет значения $r = 0,16$ что указывает на слабое положительное влияние атмосферных осадков на прирост деревьев в данной исследуемой территории. Выявленное влияние атмосферных осадков на прирост березы повислой (*B. pendula*) показало, что береза повислая произрастающая в горных районах исследования Восточного Казахстана также имеет достаточное увлажнение, за счет значительного накопления осадков в почве в зимний период. Положительная корреляционная зависимость между атмосферными осадками и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,16$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 22).

Таким образом можно сказать, что в горных районах исследования положительная корреляционная связь с атмосферными осадками, вероятно, связана с накоплением снежных масс в зимние месяцы, тем самым способствуя запасанию влаги в почве, что в последствии оказывает положительное влияние на годичный прирост древесины с началом вегетационного периода.

Таблица 14 - Значения корреляции атмосферных осадков с годичным приростом березы повислой

№	Площадка	Значения корреляции
1	Площадка В-1	$r=0,20$
2	Площадка В-2	$r=0,22$
3	Площадка В-3	$r=0,46$
4	Площадка В-4	$r=0,32$
5	Площадка В-5	$r=0,044$
6	Площадка В-6	$r=0,044$
7	Площадка АВ-1	$r=0,29$
8	Площадка S3-1	$r=0,11$
9	Площадка S4-1	$r=0,15$
10	Площадка S-1	$r=0,16$

Таким образом можно сделать вывод, что положительная корреляционная связь с атмосферными осадками, вероятно, связана с накоплением снежных масс в зимние месяцы, тем самым запасая влагу в почве, что впоследствии оказывает положительное влияние на годичный прирост древесины с началом вегетационного периода. Наибольший показатель корреляции показывают площадки В-3 (0,46), В-5 и В-6 (0,44) (таблица 14).

4.3.2 Влияние температуры воздуха на радиальный прирост березы повислой

В следующей части исследований мы изучали влияние климатического фактора (температура воздуха) на радиальный прирост березы повислой. Полученные данные по лесостепи Восточного Казахстана представлены на рисунках 22-27, а также в горных районах исследования данные представлены на рисунках 28-31.

Анализ корреляции температуры воздуха на прироста березы повислой пробной площади В-1, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов показал, что корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха по данным пробной площади В-1 имеет значения $r = -0,34$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 22).

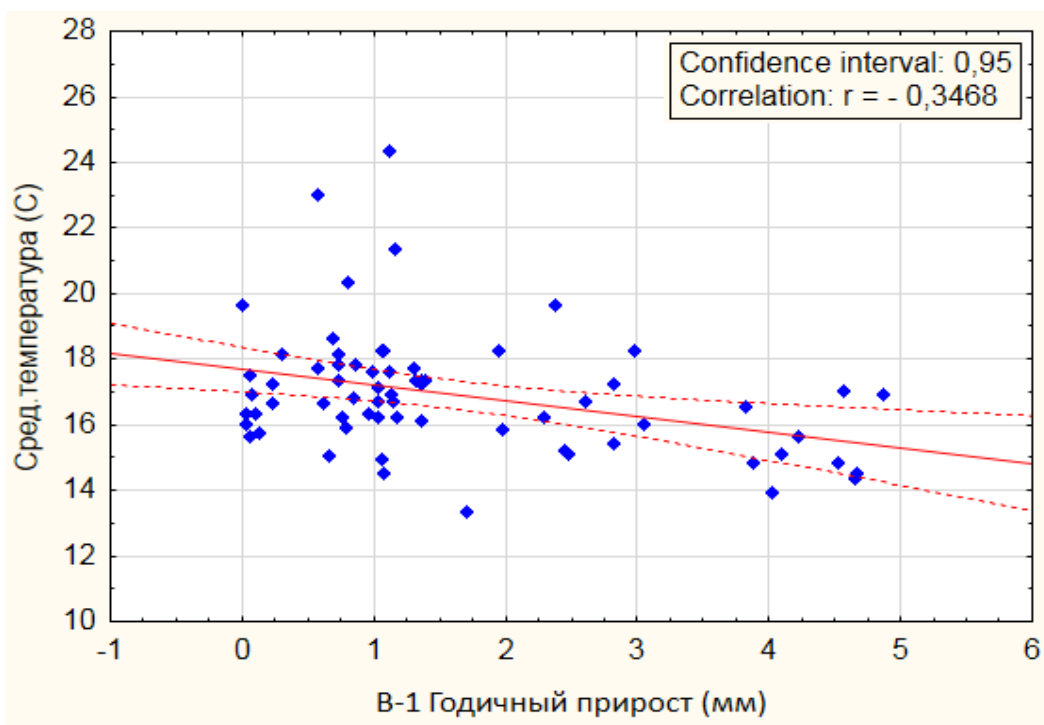


Рисунок 23 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке В-1.

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой (*B. pendula*) для площадки В-1 составляет $r = -0,34$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 23).

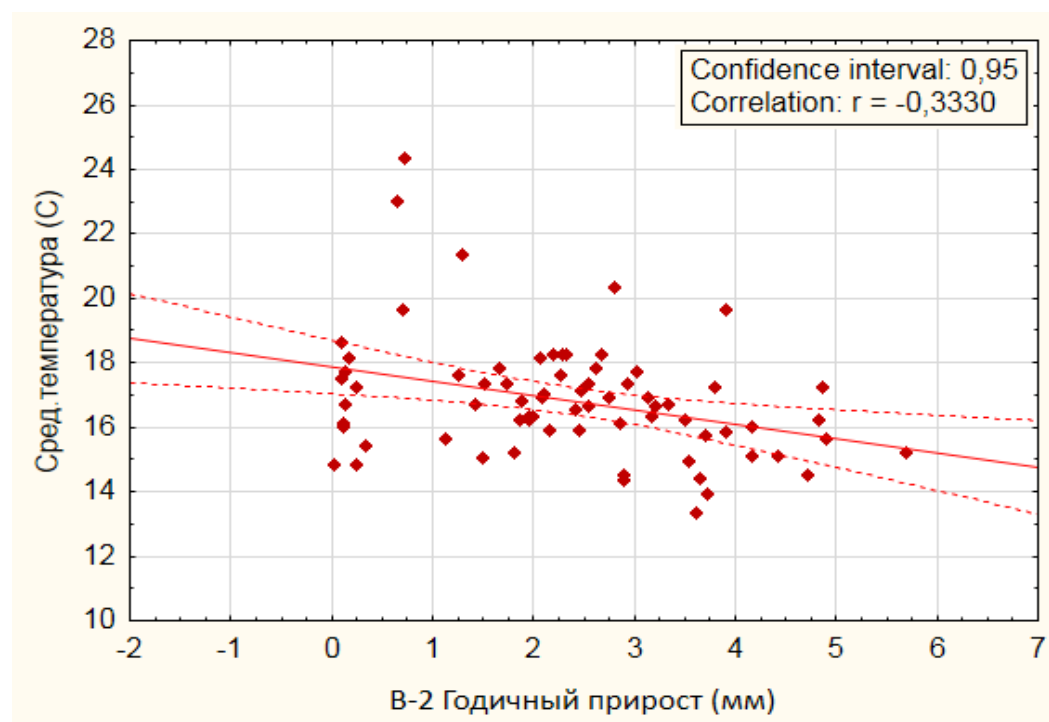


Рисунок 24 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке В-24.

Корреляционный анализ графика (рисунок 23) пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов показал, что корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха по данным пробной площади В-2 имеет значения $r = -0,33$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой для исследуемой площадки В-2 составляет $r = -0,33$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 23).

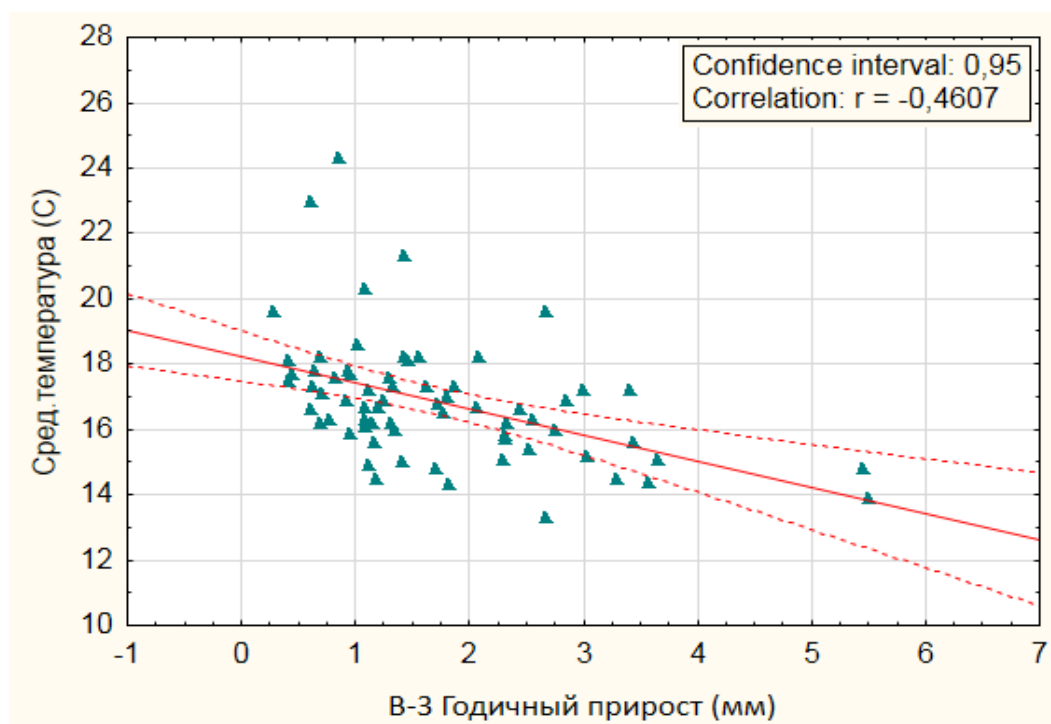


Рисунок 25 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке В-3.

Зависимость корреляции пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов показал, что корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха по данным пробной площади В-3 имеет значения $r = -0,46$, что

указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 25).

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой (*B. pendula*), для площадки В-3 составляет $r = -0,46$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

Для пробной площади В-4, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов показал, что корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха по данным пробной площади имеет значения $r = -0,33$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 26).

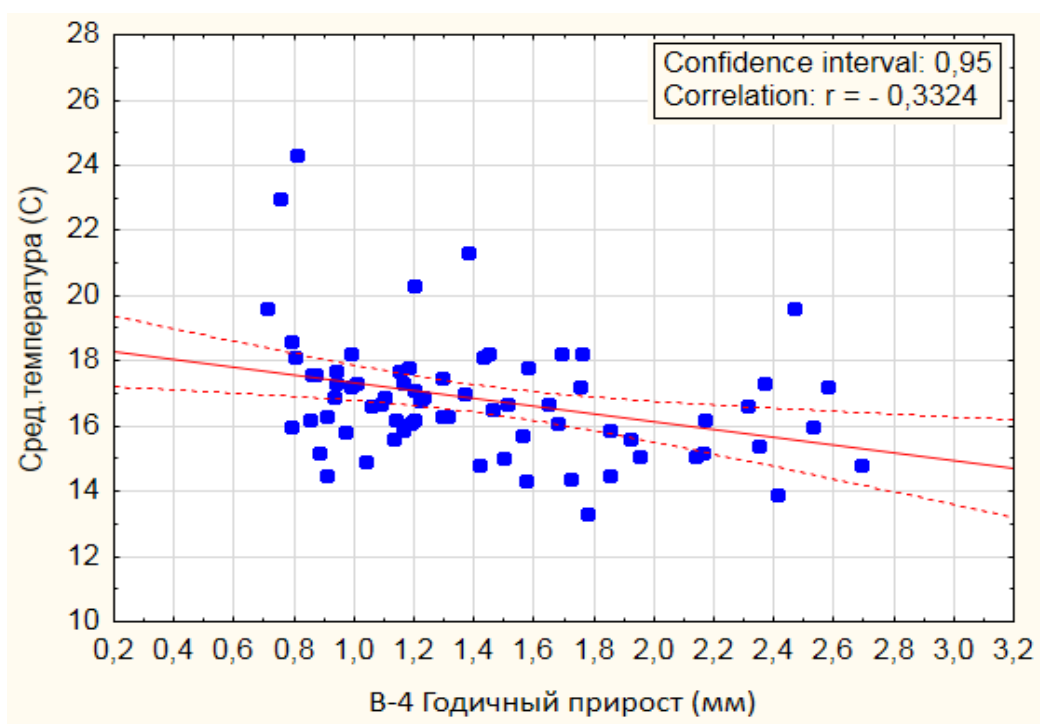


Рисунок 26- Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке В-4.

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = -0,33$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 25).

Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) исследуемой пробной площади В-5, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов показал,

что корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха имеет значения $r = -0,56$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой площадки В-5 составляет $r = -0,56$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 27).

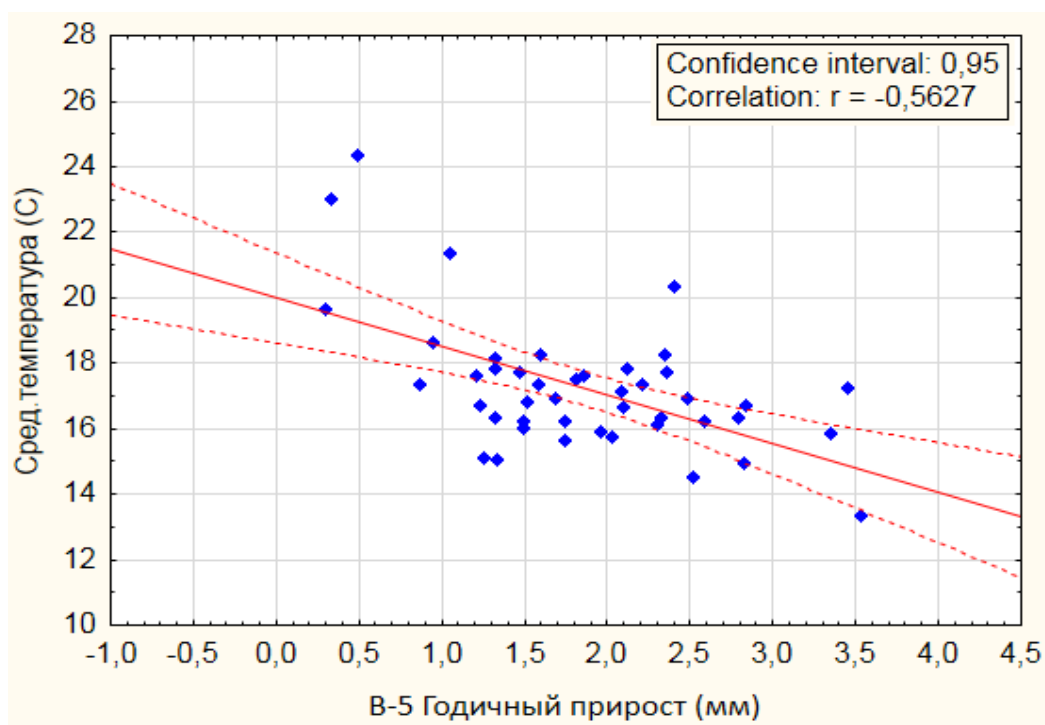


Рисунок 27 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке В-5.

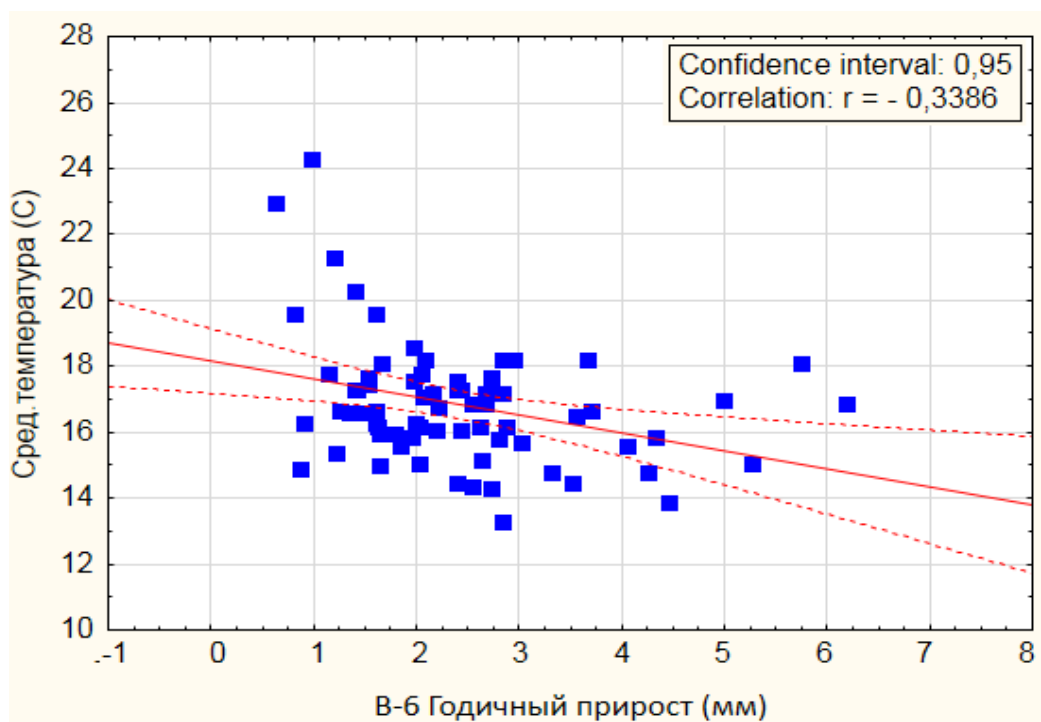


Рисунок 28 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке В-6.

Корреляционный анализ пробной площади В-6, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов показал, что корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха по данным пробной площади В-6 имеет значения $r = -0,33$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 28).

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой для исследуемой площадки В-6 составляет $r = -0,33$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

Таким образом выявленное отрицательное влияние температуры воздуха на прирост березы повислой (*B. pendula*) в условиях лесостепи, можно объяснить наличием переохлаждения березы повислой и как следствие большая вероятность образования морозобоин в холодные периоды года, а в летний период высокая температура воздуха способствует перегреванию листьев и стволов деревьев, увеличивает испарение воды с крон деревьев. Также необходимо отметить, что с увеличением температуры воздуха у деревьев усиливается дыхание, в связи с чем большое количество углеводов и других питательных веществ сгорает, что отрицательно влияет на образование клеток ксилемы флоэмы, а следовательно уменьшается прирост древесины.

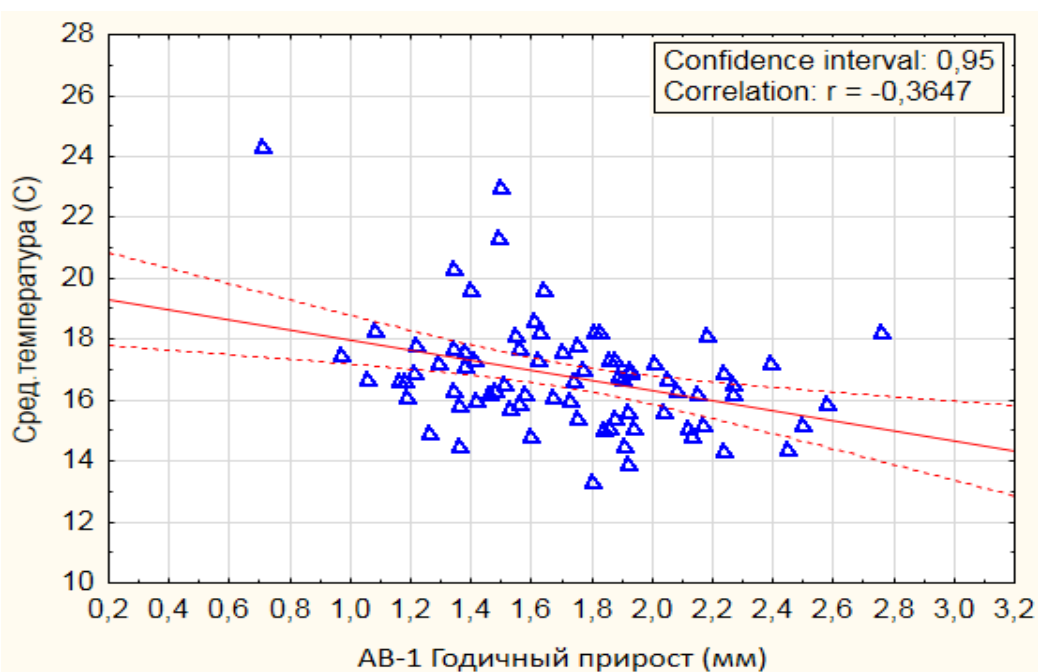


Рисунок 29 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке АВ-1.

Для данной пробной площади, анализ корреляционной связи показал, что температуры воздуха по данным пробной площади АВ-1 имеет значения $r = -0,36$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 29).

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой для площадки АВ-1 составляет $r = -0,36$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

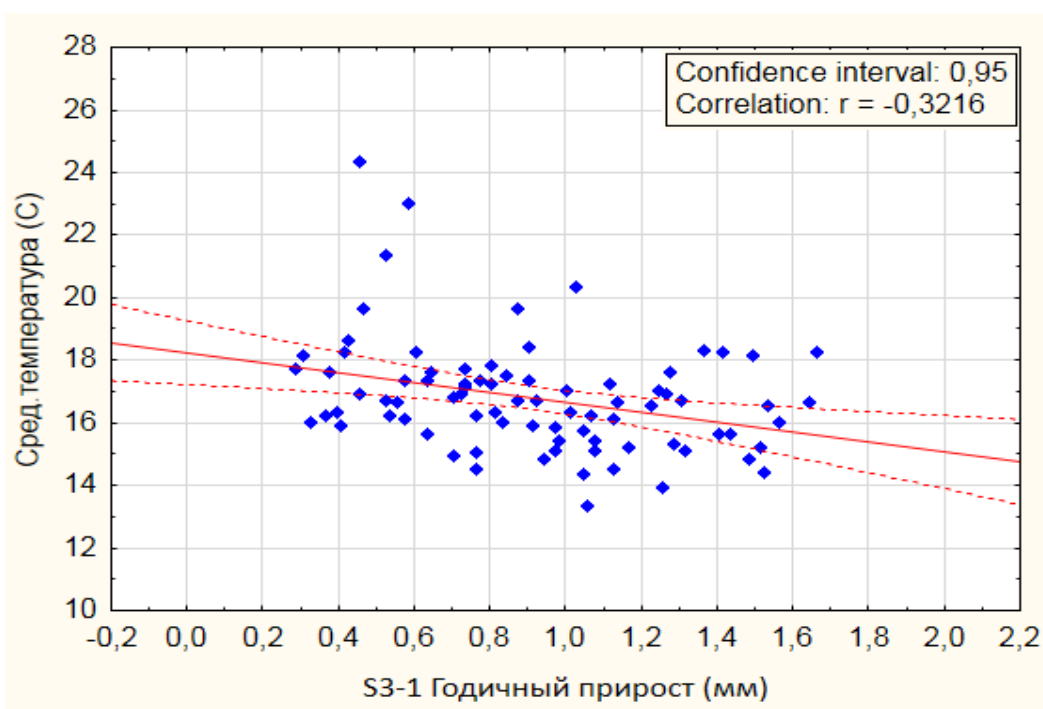


Рисунок 30 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке S3-1.

Как показано на рисунке 30 корреляционный анализ графика пробной площади S3-1, корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха по данным пробной площади S3-1 имеет значения $r = -0,32$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой для исследуемой

территории S3-1 составляет $r = -0,32$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

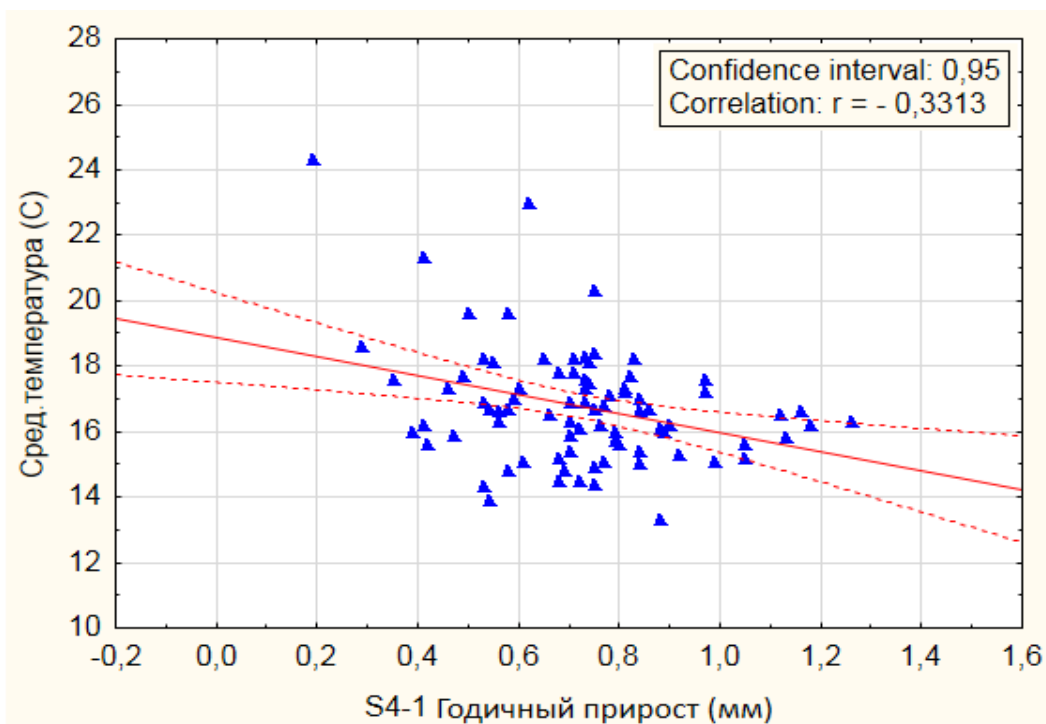


Рисунок 31 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке S4-1.

На данном рисунке 31 показана корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха, по данным пробной площади S4-1 имеет значения $r = -0,33$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой для площадки S4-1 составляет $r = -0,33$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

Анализ зависимости корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке S-1 (рисунок 32) пробной площади, показал, что корреляционная связь между годичным приростом березы повислой и значениями температуры воздуха по данным пробной площади S-1 имеет значения $r = -0,34$, что указывает на отрицательное влияние температуры воздуха на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

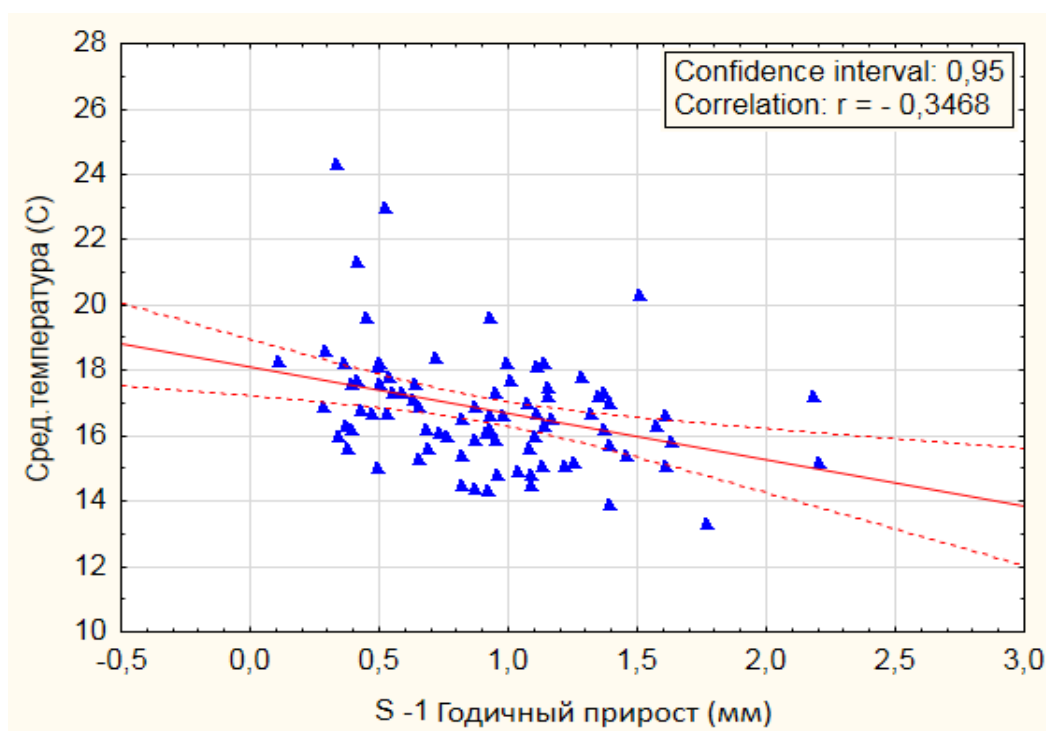


Рисунок 32 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с температурой воздуха на площадке S-1.

Отрицательная корреляционная зависимость между температурой воздуха и абсолютным радиальным приростом березы повислой для площадки S-1 составляет $r = -0,34$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

Таблица 15 - Значения корреляции температуры воздуха с годичным приростом березы повислой

№	Площадка	Значения корреляции
1	Площадка В-1	$r=-0,34$
2	Площадка В-2	$r=-0,33$
3	Площадка В-3	$r=-0,46$
4	Площадка В-4	$r=-0,33$
5	Площадка В-5	$r=-0,56$
6	Площадка В-6	$r=-0,33$
7	Площадка АВ-1	$r=-0,36$
8	Площадка S3-1	$r=-0,32$

9	Площадка S4-1	$r=-0,33$
10	Площадка S-1	$r=-0,34$

Таким образом выявленное отрицательное влияние температуры воздуха на прирост березы повислой (*Betula pendula Roth.*) можно объяснить наличием переохлаждения березы повислой и как следствие большая вероятность образования морозобоин в холодные периоды года, а в летний период высокая температура воздуха способствует перегреванию листьев и стволов деревьев, увеличивает испарение воды с крон деревьев. Также необходимо отметить, что с увеличением температуры воздуха у деревьев усиливается дыхание, в связи с чем большое количество углеводов и других питательных веществ сгорает, что отрицательно влияет на образование клеток ксилемы флоэмы, а следовательно уменьшается прирост древесины. Показатель корреляции показывает значения от -0,32 до -0,46 (таблица 15).

4.3.3 Влияние солнечной активности на радиальный прирост березы повислой

В этом разделе исследования мы рассмотрели влияние солнечной активности на радиальный прирост березы повислой. Полученные данные по лесостепи Восточного Казахстана представлены на рисунках 33-38, а также в горных районах исследования данные представлены на рисунках 38-41.

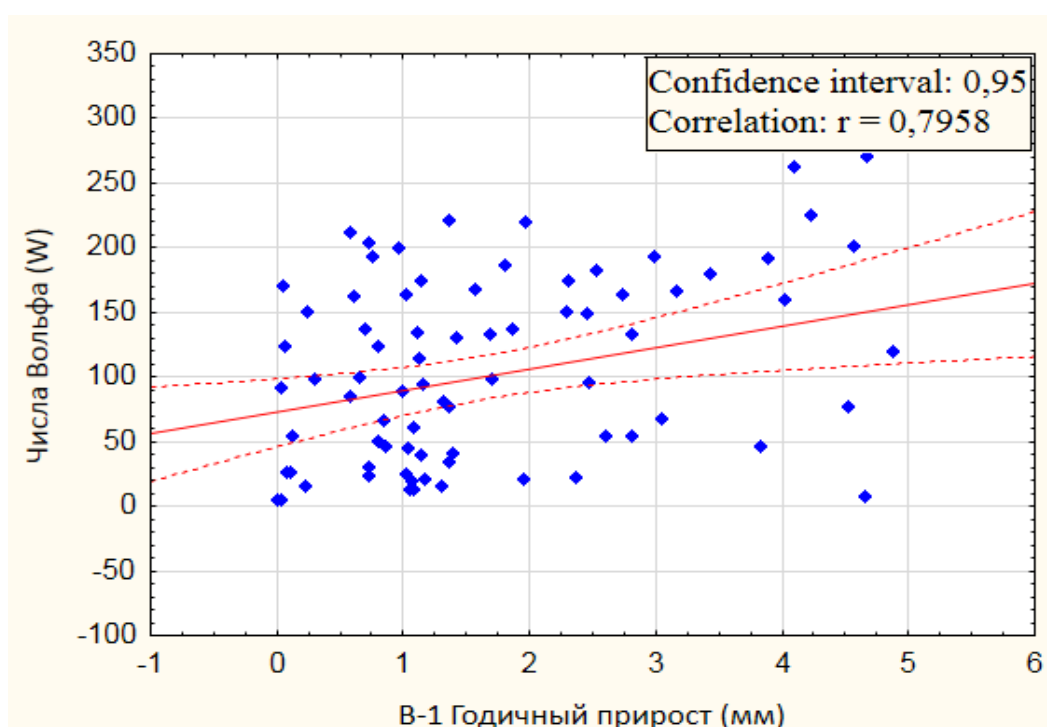


Рисунок 33 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке В-1.

Корреляционный анализ графика пробной площади В-1, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади В-1 имеет значения $r = 0,79$ что указывает на значительное положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 33).

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,79$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

Зависимость корреляции между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади В-2 имеет значения $r = 0,73$ что указывает на значительное положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 34).

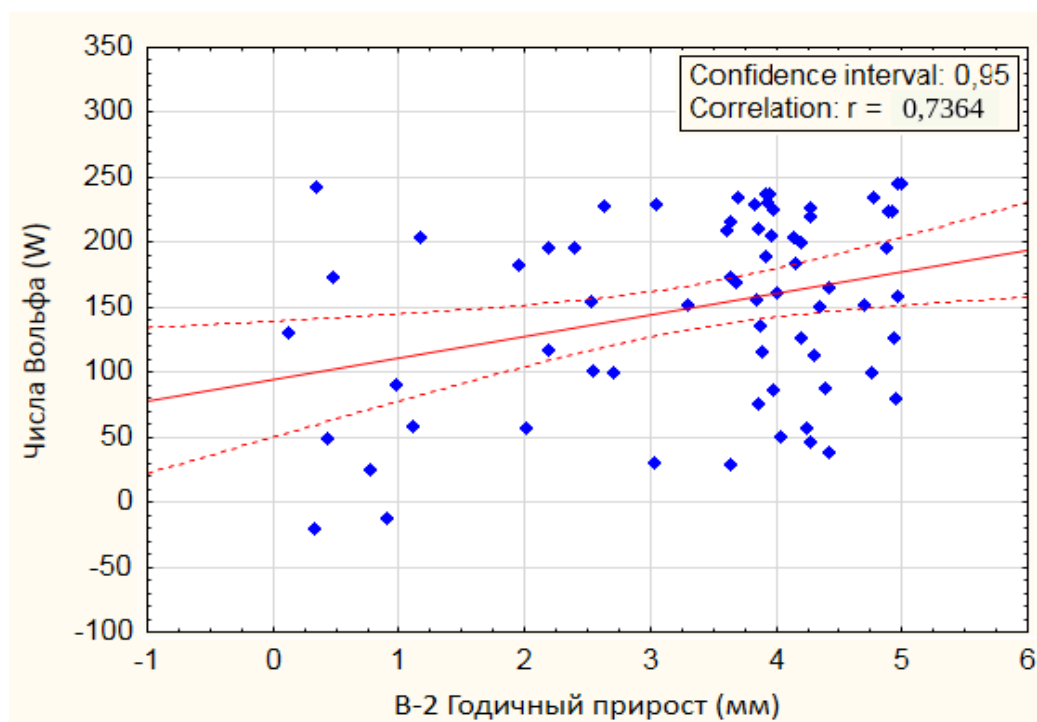


Рисунок 34 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке В-2.

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой для

площадки В-2, составляет $r = 0,73$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

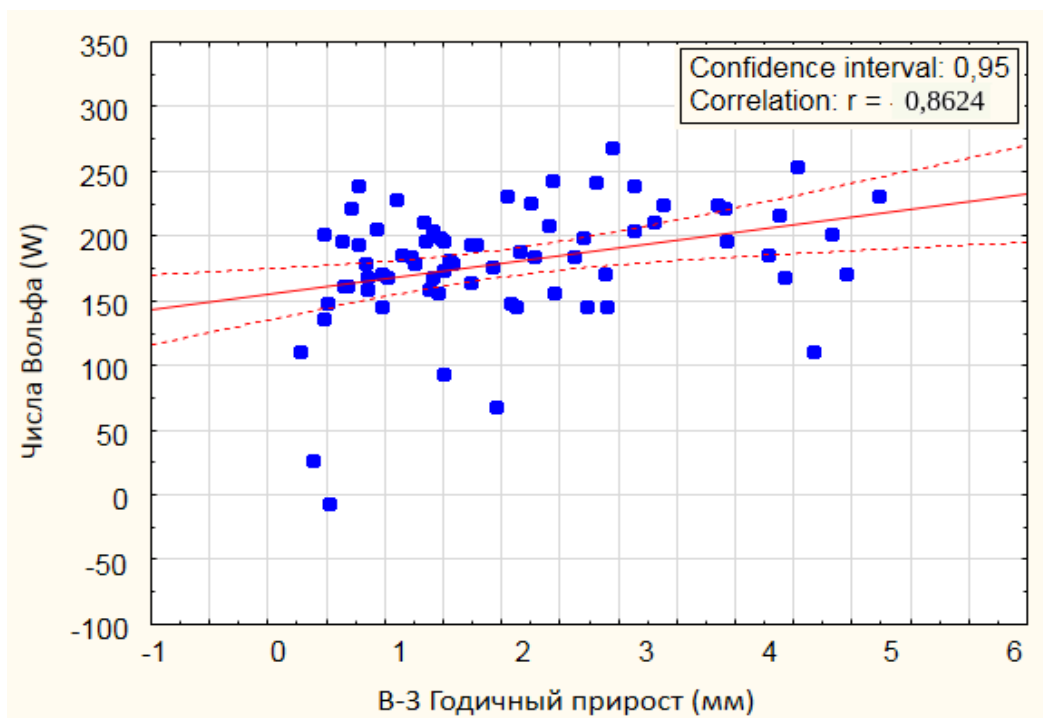


Рисунок 35 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке В-3.

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,86$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 35).

На данном графике пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади В-4 имеет значения $r = 0,63$ что указывает на значительное положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 36).

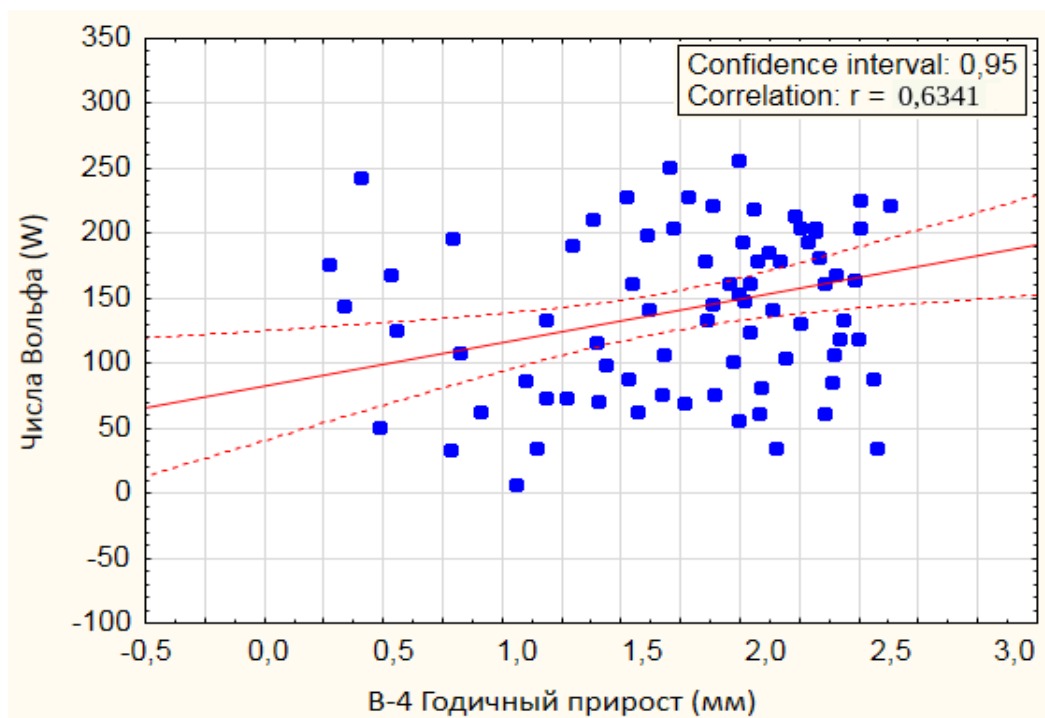


Рисунок 36 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке В-4.

Положительная корреляционная связь между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,63$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 36).

На рисунке 36 корреляционный анализ графика пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади В-5 имеет значения $r = 0,56$ что указывает на положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев на данной исследуемой территории.

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,56$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 37).

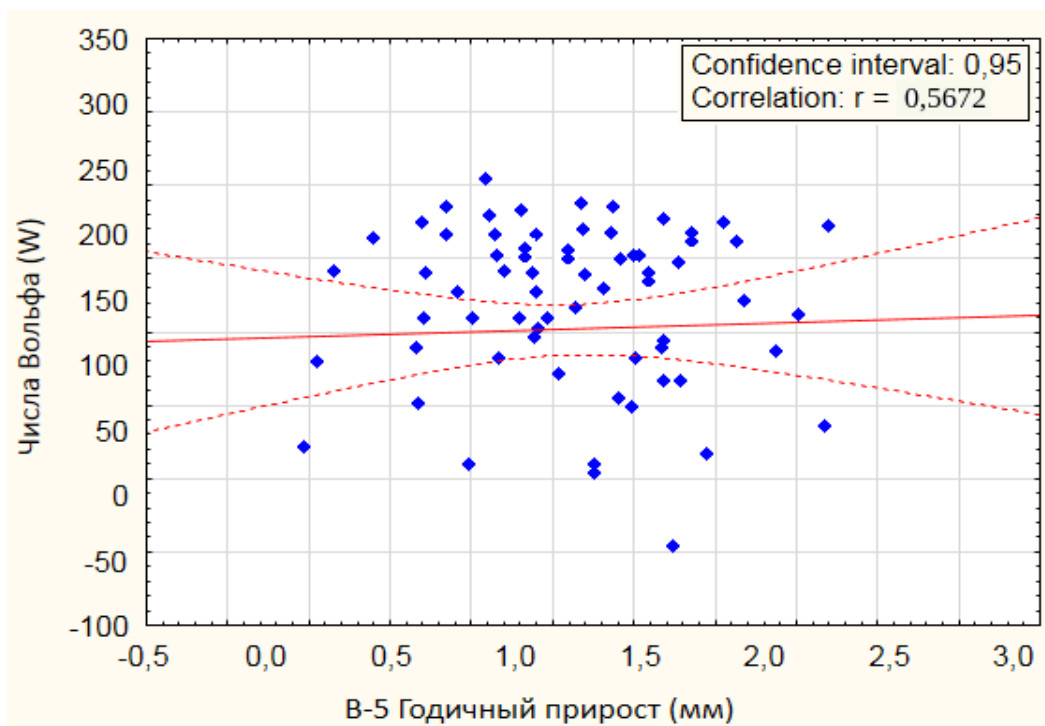


Рисунок 37 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке В-5.

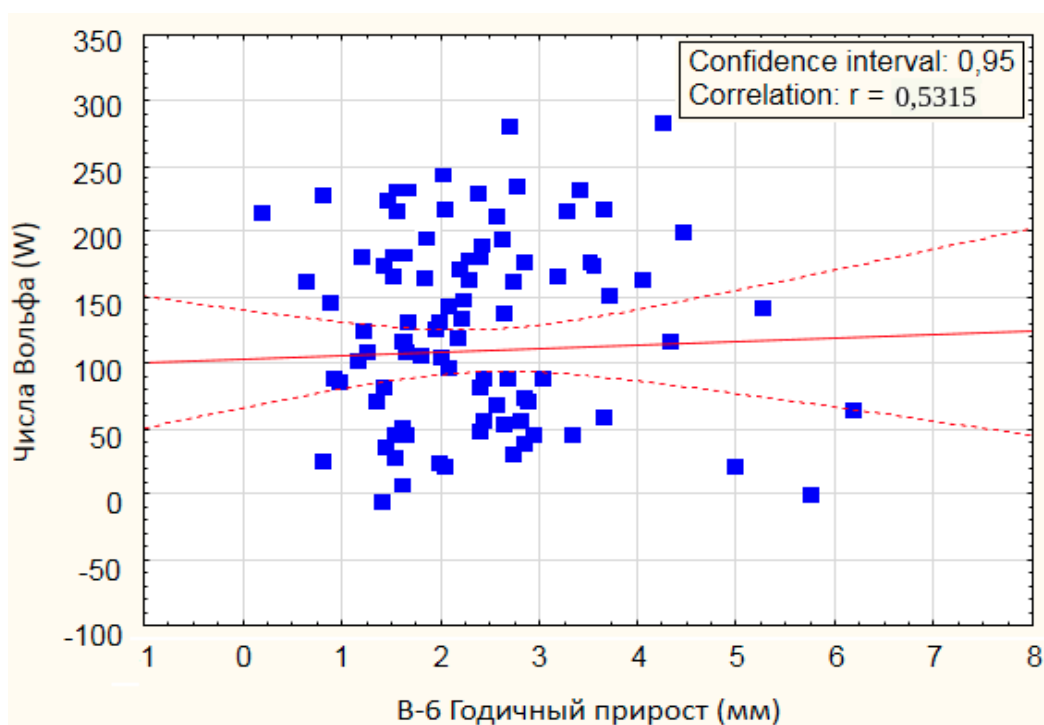


Рисунок 38 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке В-6.

На данном графике пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади В-6 имеет значения $r = 0,53$ что указывает на положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 38).

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой площадки В-6 составляет $r = 0,53$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

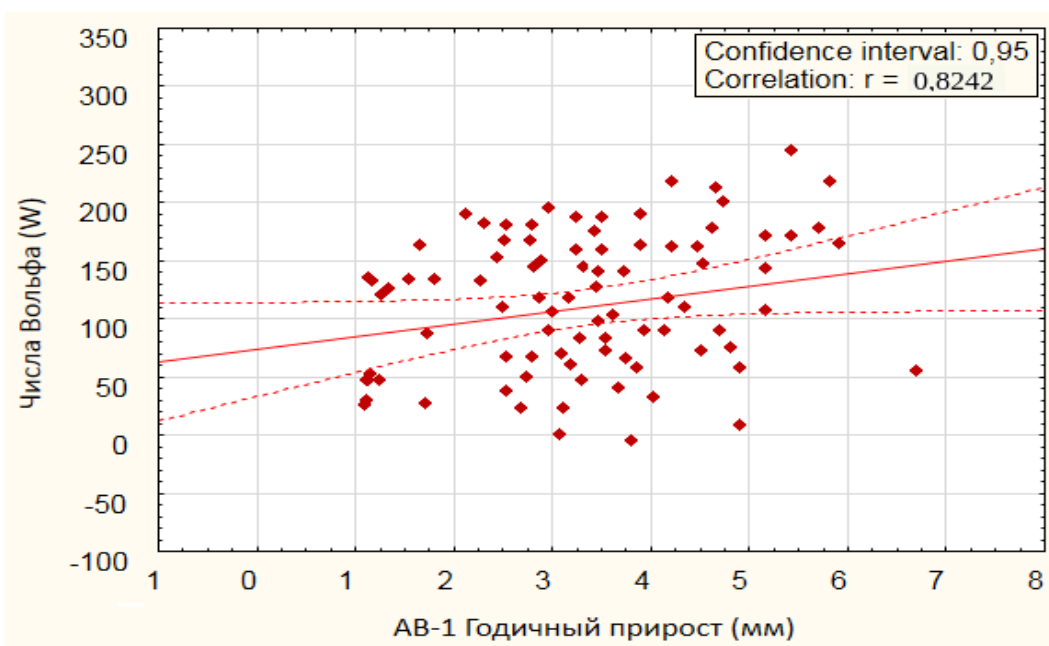


Рисунок 39 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке АВ-1.

На рисунке 39 корреляционный анализ графика пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади АВ-1 имеет значения $r = 0,82$ что указывает на значительное положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой площадки АВ-1, составляет $r = 0,82$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 39).

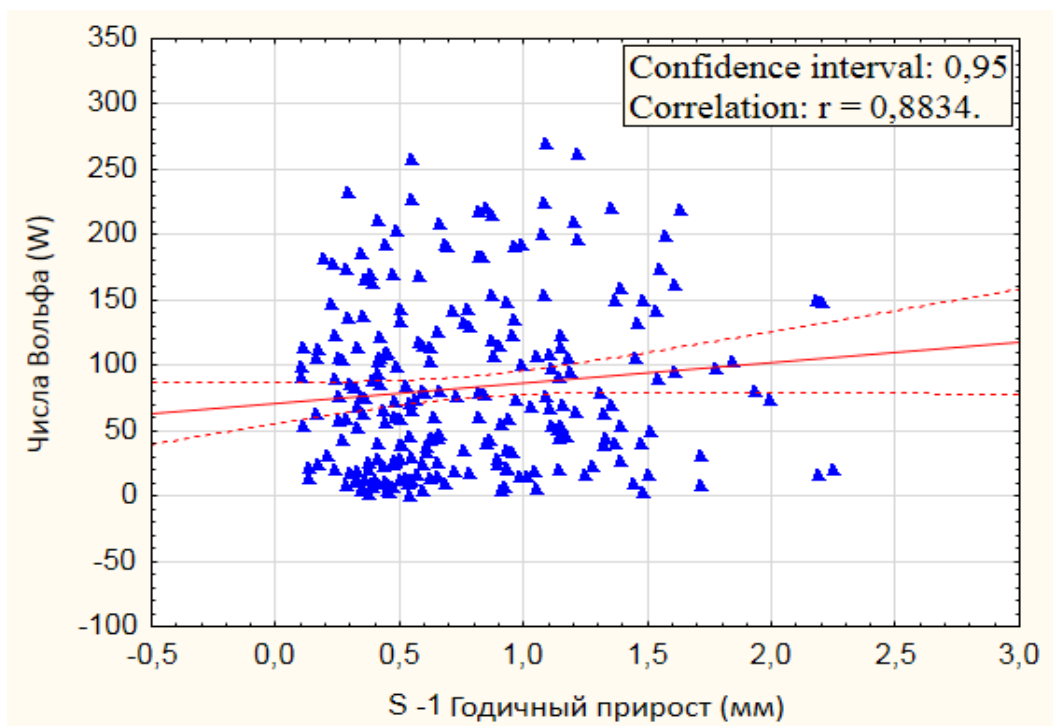


Рисунок 40 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке S-1.

Анализ корреляции пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади S-1 имеет значения $r = 0,88$ что указывает на значительное положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 40).

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой на площадке S-1 составляет $r = 0,88$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 40).

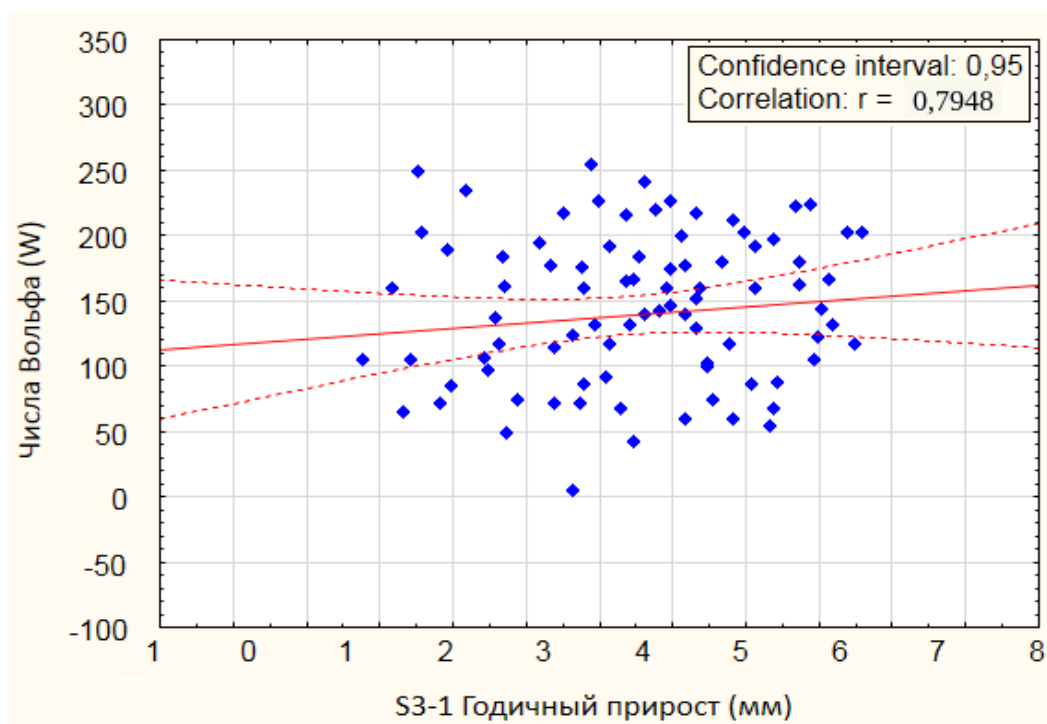


Рисунок 41 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке S3-1.

Зависимость корреляции пробной площади, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади S3-1 имеет значения $r = 0,79$ что указывает на значительное положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории (рисунок 41).

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет $r = 0,79$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95.

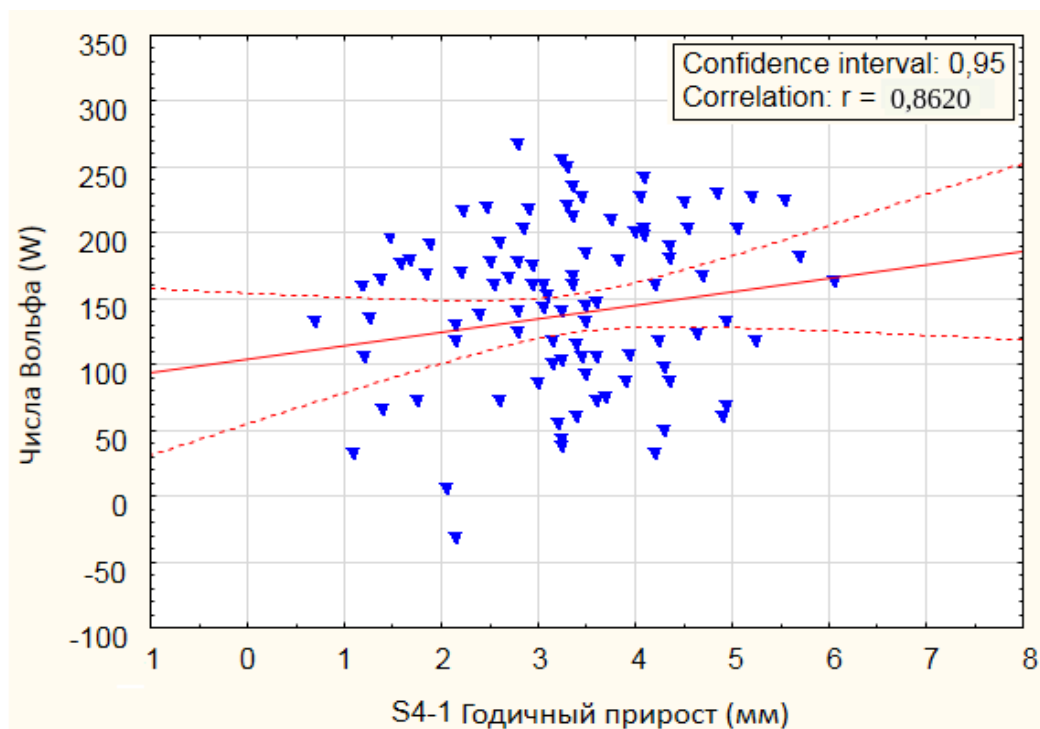


Рисунок 42 - Зависимость корреляции между усредненными хронологиями годичного прироста березы повислой (*B. pendula*) с солнечной активностью на площадке S4-1.

На рисунке 42 корреляционный анализ графика пробной площадки, построенных на основе усредненных дендрохронологических рядов березы повислой показал, что корреляционная связь между годичным приростом и значениями солнечной активности по данным пробной площади S4-1 имеет значения $r = 0,86$ что указывает на значительное положительное влияние солнечной активности на прирост деревьев в данной исследуемой территории.

Положительная корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой на площадке S4-1 составляет $r = 0,86$ и корреляционный коэффициент был достоверен при уровне доверительного интервала 0,95 (рисунок 41).

Таблица 16 - Значения корреляции температуры воздуха с годичным приростом

№	Площадка	Значения корреляции
1	Площадка В-1	$r=0,79$
2	Площадка В-2	$r=0,73$
3	Площадка В-3	$r=0,86$
4	Площадка В-4	$r=0,63$

5	Площадка В-5	r=0,56
6	Площадка В-6	r=0,53
7	Площадка АВ-1	r=0,82
8	Площадка S3-1	r=0,79
9	Площадка S4-1	r=0,86
10	Площадка S-1	r=0,88

Таким образом выявленное влияние солнечной активности на прирост березы повислой (*B. pendula*) указывает на оптимальные условия по действию солнечной активности и отсутствию избытка освещенности неблагоприятно действующего на рост деревьев. Считается, что солнечная активность влияет на циркуляцию атмосферы тем самым вызывая климатические изменения, которые определяют прирост деревьев. Анализ годичного прироста деревьев в пределах 11-летнего солнечного цикла с помощью метода наложенных эпох и корреляций показал, значительное положительное влияние солнечной активности с радиальным приростом деревьев. Корреляционная зависимость между солнечной активностью и абсолютным радиальным приростом березы повислой составляет значения от 0,53 до 0,88 (таблица 16).

Примечание: коэффициент корреляции интерпретируется следующим образом: $r < 0,3$ – существует слабая положительная связь; $0,3 < r < 0,5$ – умеренная положительная связь; $0,5 < r < 0,7$ значительная положительная связь; $0,7 < r < 0,9$ сильная положительная связь; $0,9 < r < 1,0$ очень сильная положительная связь.

Доверительный интервал (confidence interval), интерпретируется следующим образом: если уровень доверия p велик (скажем, 0,95 или 0,99), то доверительный интервал почти наверняка содержит истинное значение. Доверительный интервал можно рассматривать как интервал значений параметра, совместимых с опытными данными и не противоречащих им.

4.4 Исследование цикличности, синхронности, и чувствительности дендрохронологических рядов.

Дендрохронологические методы исследования имеют основные преимущества в построении древесно-кольцевых хронологий, как источника информации об изменениях окружающей среды. Преимуществами являются точное и независимое датирование, обеспеченность длительных временных интервалов, повторностью точно синхронизированных древесно-кольцевых серий и можно утверждать, что использование дендрохронологических методов исследования на территории Республики Казахстан целесообразно и перспективно

На основании полученных хронологий для оценки устойчивости и надежности наших хронологий мы дополнительно сравнили полученные

обобщенные хронологии прироста древостоев между собой за многолетний период.

В этом разделе мы приводим сравнение наших обобщенных хронологий друг с другом. Все обобщенные хронологии полученные нами в Восточном Казахстане имеют синхронные корреляции между собой.

На графике рисунка 42 показаны обобщенные древесно-кольцевые хронологии по березе повислой с шести основных площадок, которые имеют размерный ряд с 1944 г. по 2014 гг. что составляет 70 лет. Прирост березы повислой (*B. pendula*) имеет колебательный характер и показывает хорошую синхронность в приросте, не смотря на значительное удаленное расстояние между площадками. Коэффициент корреляции показывает умеренную и значительную связь между полученными хронологиями прироста что отражает общий климатический сигнал для исследуемого региона (рисунок 43, таблица 17).

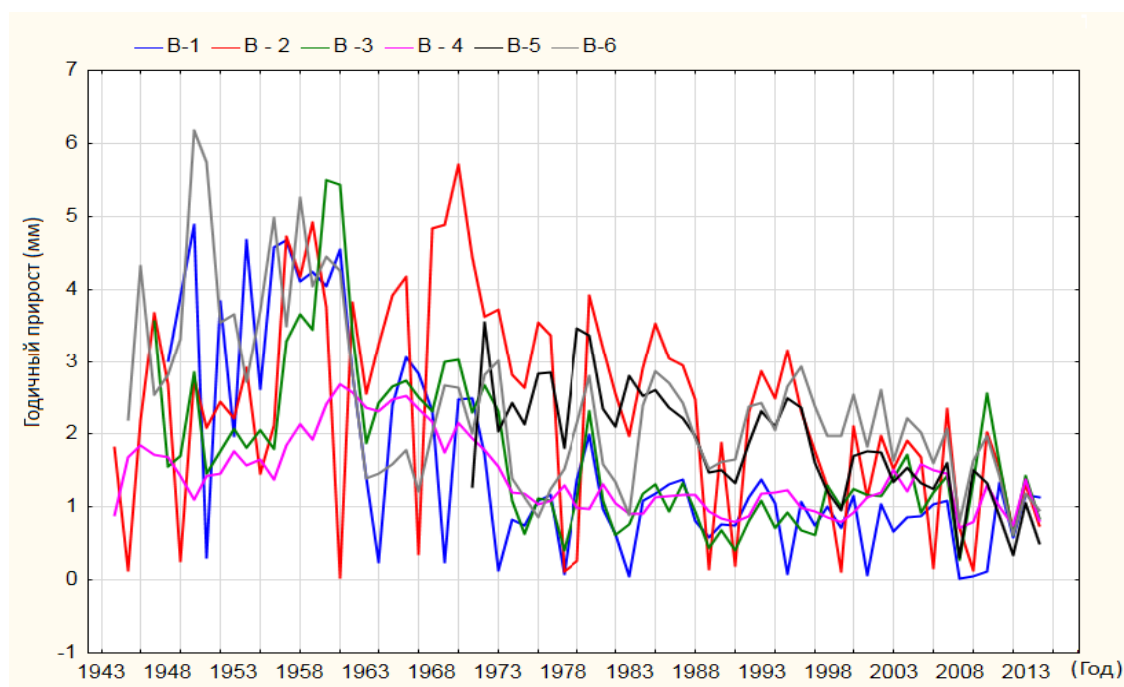


Рисунок 43– Хронологии радиального прироста стволной древесины березы повислой (*B. pendula*) основных площадок.

Таблица 17 - Статистические значения для обобщенных древесно-кольцевых хронологий.

Названия обобщенных хронологий	Прирост	Прирост, минимальный	Прирост, средний	Прирост, максимальный	Суммарная сумма прироста	Отклонение	Стандартное отклонение	Автокорреляция	Средняя чувствительность
B1Vchrono	87	20	181	489	12126	16558	± 0,12	0,82	0,33
B2Vchrono	81	66	265	570	18817	12905	± 0,11	0,72	0,30
B3Vchrono	88	37	157	398	10214	5281	± 0,72	0,64	0,35
B4Vchrono	81	48	144	330	9810	4326	± 0,65	0,75	0,28
B5Vchrono	137	30	186	354	8186	5919	± 0,76	0,57	0,32
B6Vchrono	83	62	240	617	16834	13636	± 0,11	0,70	0,30
S1chrono	268	12	47	121	11684	294	± 0,17	0,61	0,24
S31 chrono	143	29	93	172	12715	1274	± 0,35	0,73	0,23
S41chrono	249	10	77	225	18434	2109	± 0,45	0,86	0,23
AB1chrono	305	74	195	311	19036	2916	± 0,54	0,38	0,26

В результате проведенного дендрохронологического анализа на основе стандартизированных индивидуальных хронологий построено 6 обобщенных древесно-кольцевых хронологий (ДКХ) по общей ширине годичного кольца. Традиционные дендрохронологические показатели для обобщенных ДКХ по общей ширине годичного кольца свидетельствуют о хорошем качестве полученной информации и возможности ее использования для дальнейшего анализа.

Показатель коэффициента корреляции между индивидуальными сериями составляет от 0,38 до 0,86, стандартное отклонение показывающее амплитуду погодичной изменчивости прироста составляет от 0,11–0,72. Изученные пробные площадки показали, что в каждой отдельно взятой пробной площади наблюдаются незначительные различия корреляции прироста, что свидетельствует о том, что радиальный прирост березы в значительной степени связан с изменением климатических факторов. Наибольшей чувствительностью к внешним факторам отличаются березовые насаждения площадки В-3 (0,35) и В-1 (0,33), т. е. их можно использовать для климатических реконструкций с большим успехом, чем остальные.

Установлены высокие значения корреляции (от 0,38 – 0,86) между обобщенными древесно-кольцевыми хронологиями шести основных площадок, что указывает на наличие общего регионального сигнала,

влияющего на рост деревьев в пределах всего района исследования. Величина стандартного отклонения ширины годичных слоев наиболее велика у деревьев площадки В-3 (0,73), В-4 (0,65), В-5 (0,76), а наименьшая у деревьев площадки В-1 (0,12), В-2 и В-6 (0,11).

Таким образом, можно сделать вывод, что обобщенные хронологии основных площадок В-1, В-2, В-3, В-4, В-5, В-6 березы повислой для соседних участков показывают высокую достоверную корреляцию и синхронность между собой, а также хорошо перекрестно датируются. Результаты наших исследований могут быть использованы при прогнозировании прироста березы повислой в лесостепной зоне и для сравнительного анализа влияния климатических факторов на древесную растительность.

4.5 Определение возрастной структуры березы повислой (*Betula pendula*. Roth.) и лиственницы в Катон-Карагайском национальном природном парке.

Возраст дерева - признак, характеризующий относительный или абсолютный возраст древостоя. В зависимости от темпов роста древесных пород в лесоводстве принято делить древостой на классы возраста.

Различные возрастные периоды в жизни леса характеризуются количественными и качественными параметрами, зависящими от климатических изменений, водного режима, почвенного питания, а также от деятельности человека. Возрастные изменения древостоев связаны не только с увеличением размеров побегов, ветвей, ствола и корней деревьев. Вместе с этим изменяются биоэкологические свойства деревьев, создаются определенные условия среды, способствующие формированию новых поколений леса [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Возрастная структура древостоя связана с его происхождением и формированием, и в зависимости от нее в насаждениях проявляются определенные закономерности роста деревьев по высоте и диаметру. Так, для одновозрастных насаждений характерна горизонтальная, а для разновозрастных - вертикальная сомкнутость. Выделяют несколько типов возрастной структуры древостоев:

- 1) абсолютно одновозрастные;
- 2) относительно одновозрастные;
- 3) разновозрастные, с характерной для них представленностью деревьев различных возрастов и выраженной вертикальной сомкнутостью полога;
- 4) ступенчатовозрастные древостои с выраженной ярусностью древостоев;
- 5) циклично-разновозрастные, включающие большую разновозрастность, которая, однако, позволяет обособить одни относительно разновозрастные группы от других [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Возрастная структура и особенности возрастного строения позволяют выявить закономерности развития насаждений и разработать, пути по возобновлению и повышению продуктивности древостоев [253, с. 101-105; 254, с. 225-231]. В связи с этим в данной главе приводится материал по изучению возрастной структуры березы и лиственницы в ККГНПП.

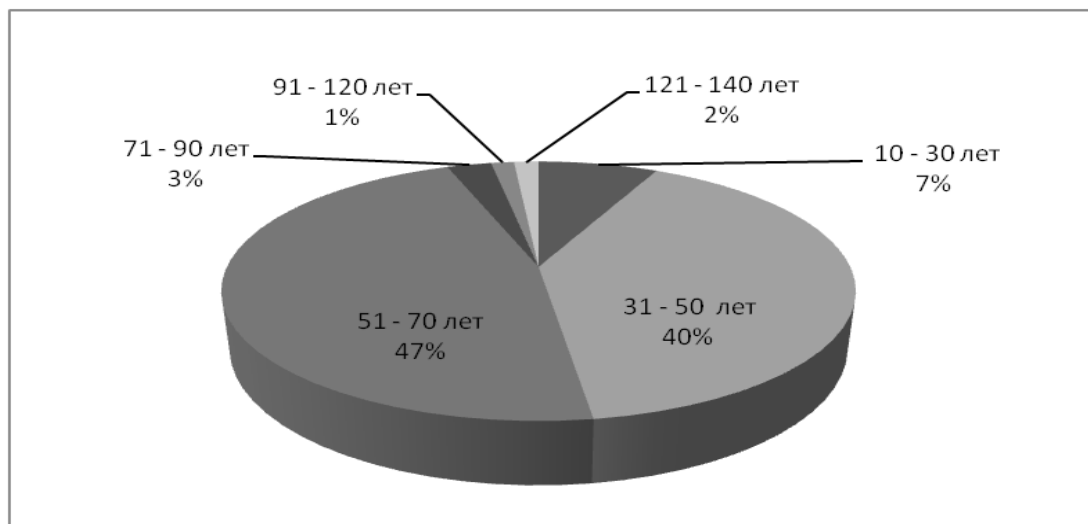


Рисунок 44 - Возрастная организация березы повислой (*B. pendula*) в ККГНПП.

Результаты исследований показали, что при анализе изученных кернов в возрастной структуре березовых насаждений в заметном дефиците молодые деревья около 7%, также в меньшинстве оказались старовозрастные деревья всего 2%. При этом преобладают средневозрастные деревья от 30 до 70 лет (87%), что свидетельствует об относительной молодости березовых насаждений (рисунок 44).

Предельный установленный нами возраст березы повислой составляет 137 лет. Основное количество деревьев находится в возрастном диапазоне от 30 до 70 лет. По мере увеличения возраста количество деревьев резко сокращается [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

В следующем анализе результатов исследования возрастной структуры лиственницы сибирской выявлено, что в заметном дефиците молодые деревья около 2-х%, также в меньшинстве оказались старовозрастные деревья всего 3%. При этом преобладают средневозрастные деревья от 50 до 70 лет (39%), что свидетельствует об относительной молодости лиственницы (рисунок 45).

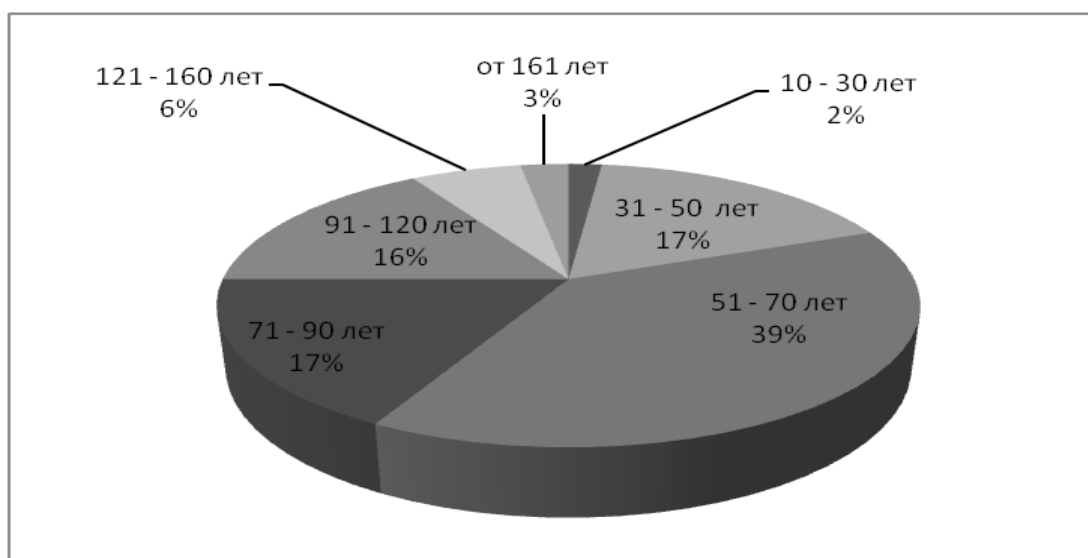


Рисунок 45- Возрастная организация лиственницы сибирской (*Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim.) в ККГНПП.

Предельный установленный нами возраст лиственницы составляет 268 лет. Основное количество деревьев находится в возрастном диапазоне от 50 до 70 лет. Также, как и у березового древостоя, по мере увеличения возраста количество деревьев резко сокращается [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Анализ распределения деревьев по возрастным группам позволяет установить продолжительность жизни разных древостоев, выявить закономерности развития древесных древостоев и разработать систему лесохозяйственных мероприятий направленных на формирование и повышение продуктивности лиственничных и хвойных лесов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в Катон-Карагайском районе преобладают средневозрастные деревья от 30 до 70 лет. Видимо это связано с хозяйственной деятельностью лесничества которые осуществляли санитарную вырубку старовозрастных деревьев. На основе этого можно вносить коррективы в объемы рубок ухода данного района исследования [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

В ходе изучения основного хвойного и лиственничного древостоя мы пришли к заключению, что состояние деревьев в ККГНПП является удовлетворительным.

4.6 Анатомические и гидравлические исследования березы повислой (*Betula pendula*. Roth.) в Катон-Карагайском государственном национальном природном парке.

В следующей серии нашего исследования мы изучали анатомическое строение березы повислой и лиственницы сибирской в ККГНПП. Для нашего исследования мы выбрали бореальный лес на юго-западе Горного Алтая в Восточном Казахстане, потому что в этой лесостепной и горной местности

наблюдается относительно высокое разнообразие древесных пород. Мы включили господствующие древесные породы (лиственница сибирская (*L. Sibirica*)) и рассеянососудистые широколиственные деревья (береза повислая (*B.pendula*)).

В ходе научной экспедиции в ККГНПП был осуществлен сбор данных для анатомического анализа в количестве 220 веточек березы повислой с модельных деревьев разных площадок [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Результаты исследований показали, что древесина лиственных пород, основными элементами которых являются сосуды и волокна либриформа сложно построены. Суммарно, данные элементы составляют 60-90% общего объема древесины. У березы повислой выявлена рассеянососудистая древесина, что подтверждают исследования других авторов [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Годичные кольца хвойных пород содержат также и другие структурные элементы, такие как сердцевинные лучи, клетки паренхимы и клетки трахеид. При анализе микроскопических срезов годичных колец лиственницы сибирской выявлено, что их строение построено более проще, чем у березы повислой. Суммарно, элементы трахеид составляют 95% общего объема древесины [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Результаты анатомических исследований показаны на сканированных образцах древесины (рисунок 48).

По рисунку 48 видно, что на поперечном срезе можно определить наличие сердцевины, имеются отчетливые границы годичных колец, древесина рассеянососудистая, просветы частые, сгруппированные в радиально ориентированные цепочки и полосы, клетки паренхимы трудно распознаваемы среди волокон.

Компьютерная обработка микротомных препаратов проводилась с помощью стереомикроскопа (стереофонический Discovery V20, Zeiss, Jena, Германия, 100-150X диапазон увеличения) использованием программного обеспечения AxioVision. Далее отсканированные препараты были обработаны с помощью программы редактирования изображений Adobe Photoshop CS 6 (версия 13.0.1, Adobe Systems Inc., США).

Было выявлено, что размеры сосудов (d) на образцах имеют сходные значения от $22,26 \pm 0,51a$ до $23,34 \pm 0,66a$ мкм² (рисунок 48-53).

Проводимость сосудов (ks) имеет значения от $2,51 \pm 0,19a$ до $3,28 \pm 0,13a$ мкм². Плотность сосудов (vd) имеет значение от $299,88 \pm 19,12a$ до $300,01 \pm 15,00a$. Это говорит о том, что исследуемые деревья имеют сходные анатомические параметры и хорошо коррелируют между собой, не смотря на значительное удаленное расстояние между площадками (a – стандартное отклонение).

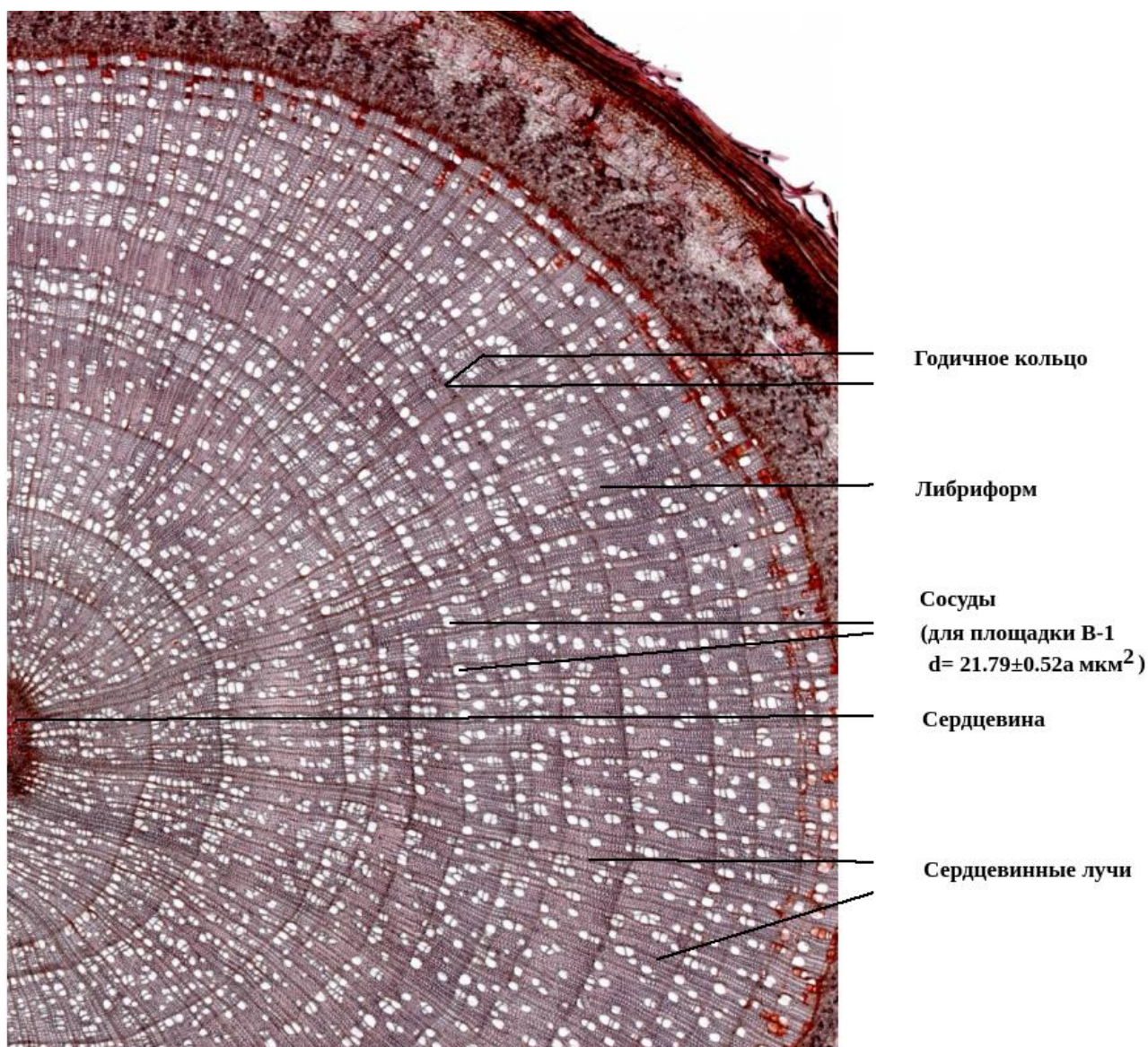


Рисунок 46 – Анатомическое строение березы повислой для площадки В-1 (*B. pendula*), отсканированный поперечный срез (микротомный препарат).

На рисунке 46 приведено изображение, показывающее анатомические особенности ксилемы (сосуды, годичные кольца, сердцевина, сердцевинные лучи) березы повислой, для площадки В-1.

Было установлено, что *B. pendula* имеет особенности древесины, такие как диффузная пористость, мелкие и овальные (иногда угловатые) сосуды, апотрахеальная древесная паренхима и однородные сердцевинные лучи.

Древесина диффузно-пористая. Годичные кольца отчетливые, очерченные радиально уплощенными клетками.

Размер сосудов для данной площадки В-1 составляет $21,79 \pm 0,52a \text{ мкм}^2$ в диаметре (а-стандартное отклонение).

По данному рисунку можно определить наличие сердцевины, границы годовичных колец отчетливые, в месте пересечения агрегатного луча извилистая, древесина рассеяннососудистая, просветы частые, сгруппированные в радиально ориентированные цепочки и полоски, клетки паренхимы трудно распознаваемые среди волокон.

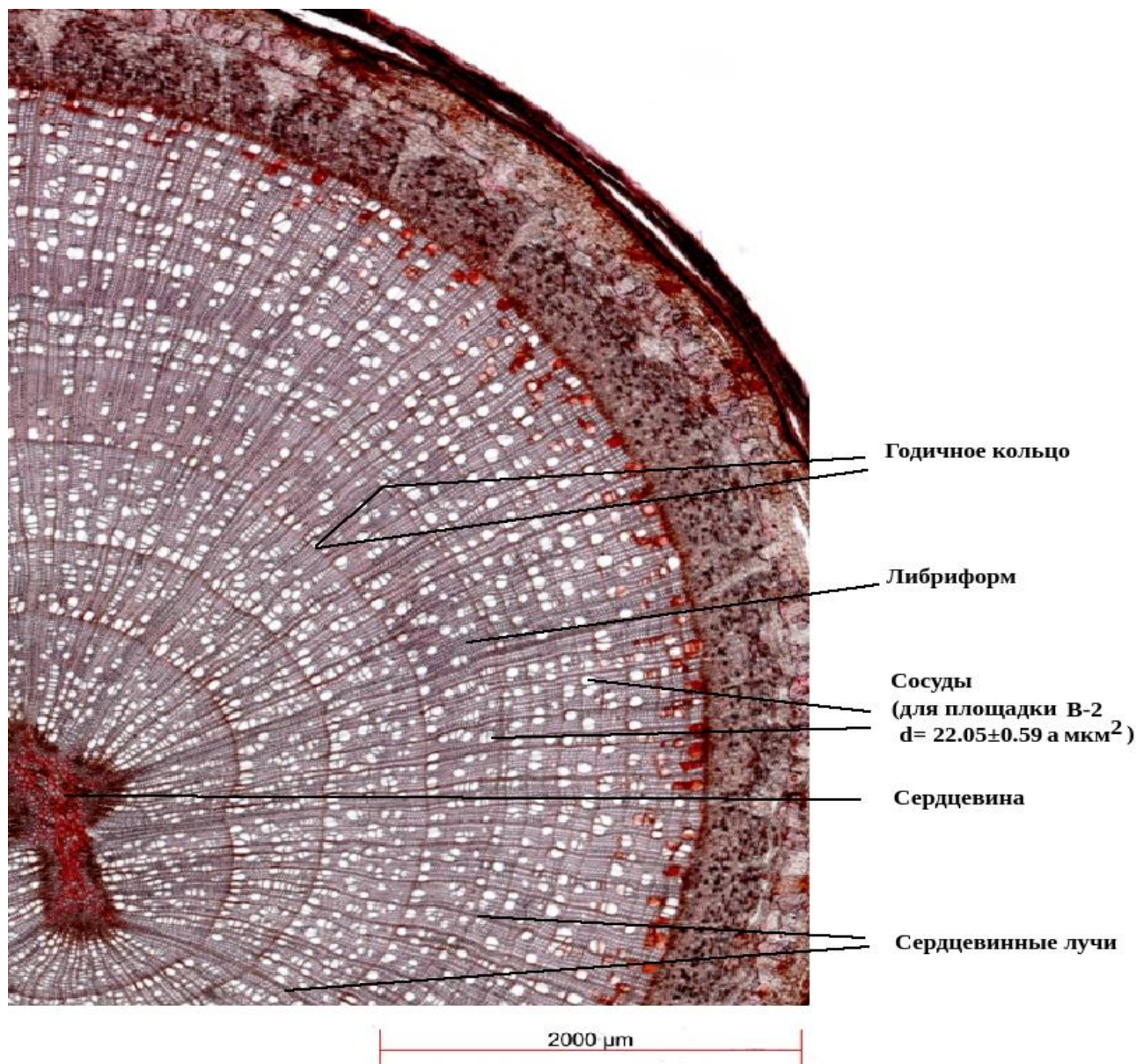


Рисунок 47 – Анатомическое строение березы повислой для площадки В-2 (*B. pendula*), отсканированный поперечный срез (микротомный препарат).

На рисунке 47 приведено изображение, показывающее анатомические особенности ксилемы (сосуды, годовичные кольца, сердцевина, сердцевинные лучи) березы повислой, для площадки В-2.

Было установлено, что на рисунке *B. pendula* имеет диффузно-пористую древесину. Годовичные кольца отчетливые, очерченные радиально уплощенными клетками.

Размер сосудов для данной площадки В-2 составляет $22,05 \pm 0,59$ а мкм² в диаметре (а-стандартное отклонение).

По данному рисунку можно определить наличие сердцевины, границы годичных колец отчетливые, в месте пересечения агрегатного луча извилистая, древесина рассеяннососудистая, просветы частые, сгруппированные в радиально ориентированные цепочки и полоски, клетки паренхимы трудно распознаваемые среди волокон.

Наблюдается диффузная пористость древесины, мелкие и овальные сосуды, имеется апотрахеальная древесная паренхима и однородные сердцевинные лучи.

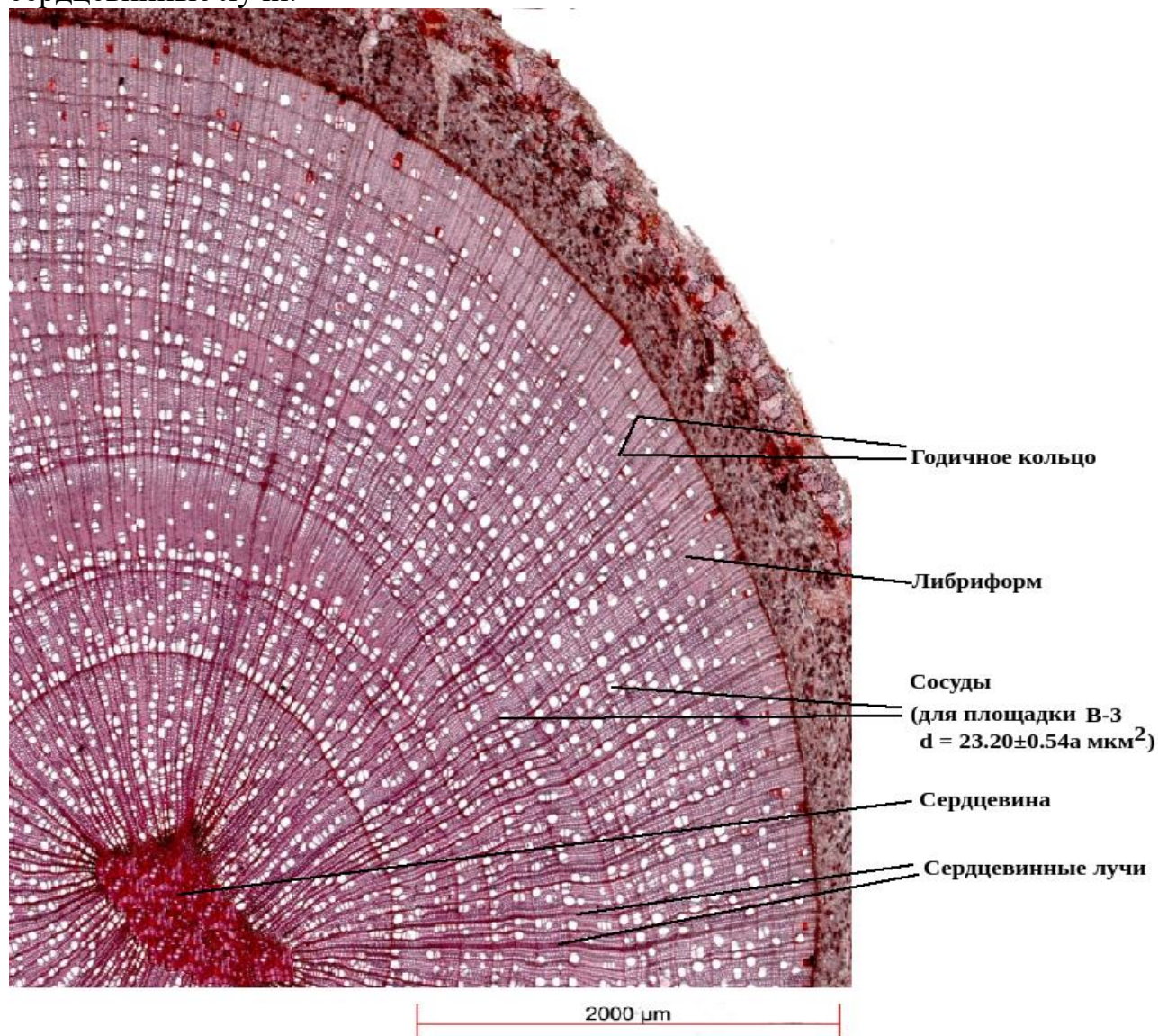


Рисунок 48 – Анатомическое строение березы повислой для площадки В-3 (*B. pendula*), отсканированный поперечный срез (микротомный препарат).

На рисунке 48 приведено изображение, показывающее анатомические особенности ксилемы (сосуды, годичные кольца, сердцевина, сердцевинные лучи) березы повислой, для площадки В-3.

Размер сосудов для данной площадки В-3 составляет $23,20 \pm 0,54$ а $\mu\text{м}^2$ в диаметре (а-стандартное отклонение).

На данном рисунке *B. pendula* имеет диффузно-пористую древесину. Годичные кольца отчетливые, очерченные радиально уплощенными клетками. По данному рисунку можно определить наличие сердцевины, границы годичных колец отчетливые, древесина рассеяннососудистая, просветы частые, сгруппированные в радиально ориентированные цепочки и полоски, клетки паренхимы трудно распознаваемые среди волокон. Наблюдается диффузная пористость древесины, мелкие и овальные сосуды, имеется апотрахеальная древесная паренхима и однородные сердцевинные лучи. Четко прослеживается камбиальное кольцо.

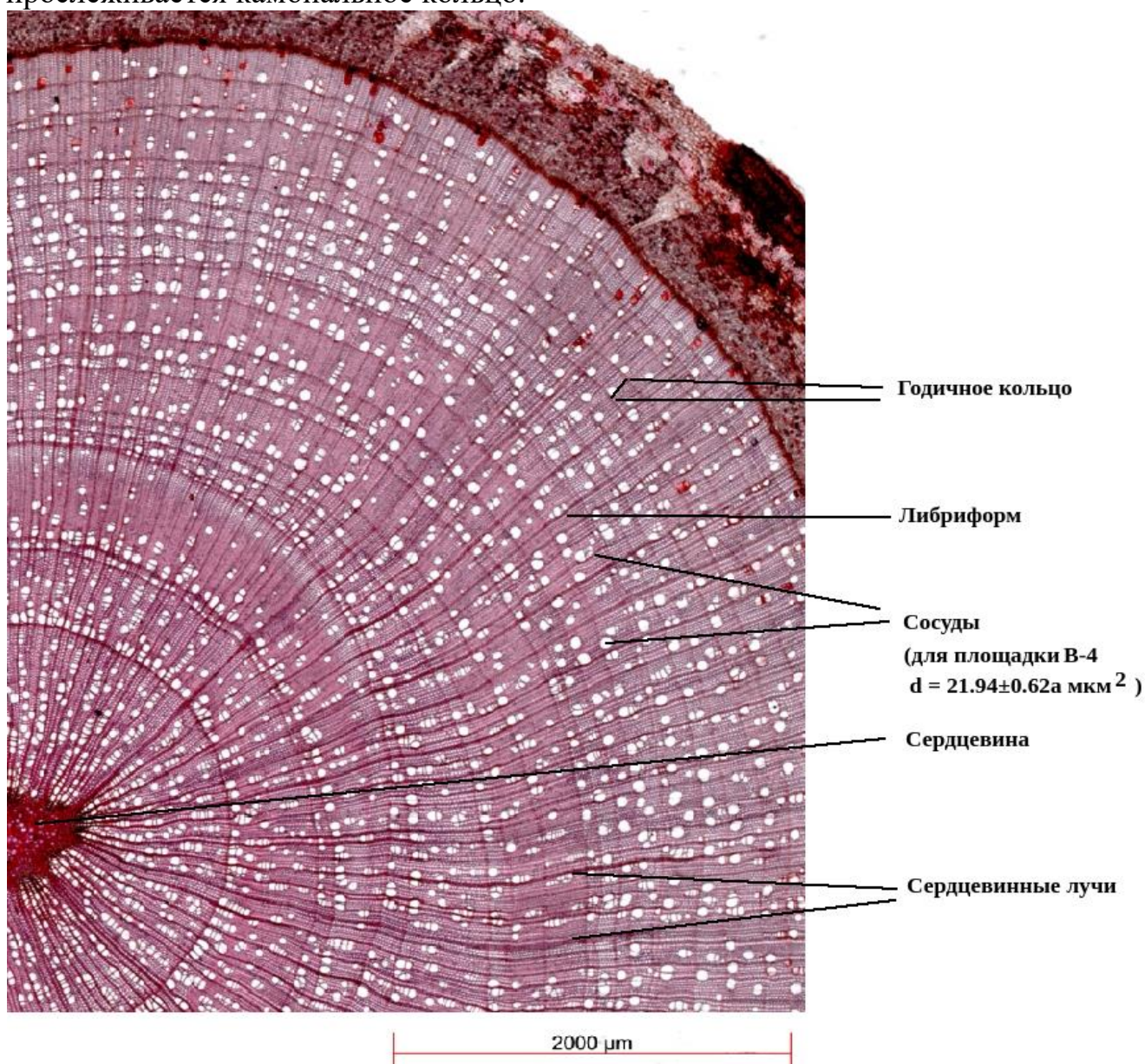


Рисунок 49 – Анатомическое строение березы повислой для площадки В-4 ((*B. pendula*), отсканированный поперечный срез (микротомный препарат).

На рисунке 49 приведено изображение, показывающее анатомические особенности ксилемы (сосуды, годичные кольца, сердцевина, сердцевинные лучи, либриформ) березы повислой, для площадки В-4 .

По данному рисунку видно, что *B. pendula* имеет особенности древесины, такие как диффузная пористость, мелкие и овальные (иногда угловатые) сосуды, апотрахеальная древесная паренхима и сердцевинные лучи.

Годичные кольца отчетливые, очерченные радиально уплощенными клетками. Древесина диффузно-пористая. Четко прослеживается камбиальное кольцо.

Размер сосудов для данной площадки В-4 составляет $21,94 \pm 0,62$ а мкм² в диаметре (а-стандартное отклонение). Имеется сердцевина, границы годичных колец отчетливые, древесина рассеяннососудистая, просветы частые, сгруппированные в радиально ориентированные цепочки и полоски, клетки паренхимы трудно распознаваемые среди волокон.

На рисунке 50 приведено изображение, показывающее анатомические особенности ксилемы (сосуды, годичные кольца, сердцевина, сердцевинные лучи) березы повислой, для площадки В-5 .

Размер сосудов для данной площадки В-5 составляет $22,78 \pm 0,64$ а мкм² в диаметре (а-стандартное отклонение).

По данному рисунку можно определить особенности древесины, такие как диффузная пористость, мелкие и овальные (иногда угловатые) сосуды, апотрахеальная древесная паренхима и однородные сердцевинные лучи.

Древесина диффузно-пористая. Годичные кольца отчетливые, очерченные радиально уплощенными клетками. Имеется сердцевина, границы годичных колец отчетливые, в месте пересечения агрегатного луча извилистые, древесина рассеяннососудистая, просветы частые, сгруппированные в радиально ориентированные цепочки и полоски, клетки паренхимы трудно распознаваемые среди волокон.

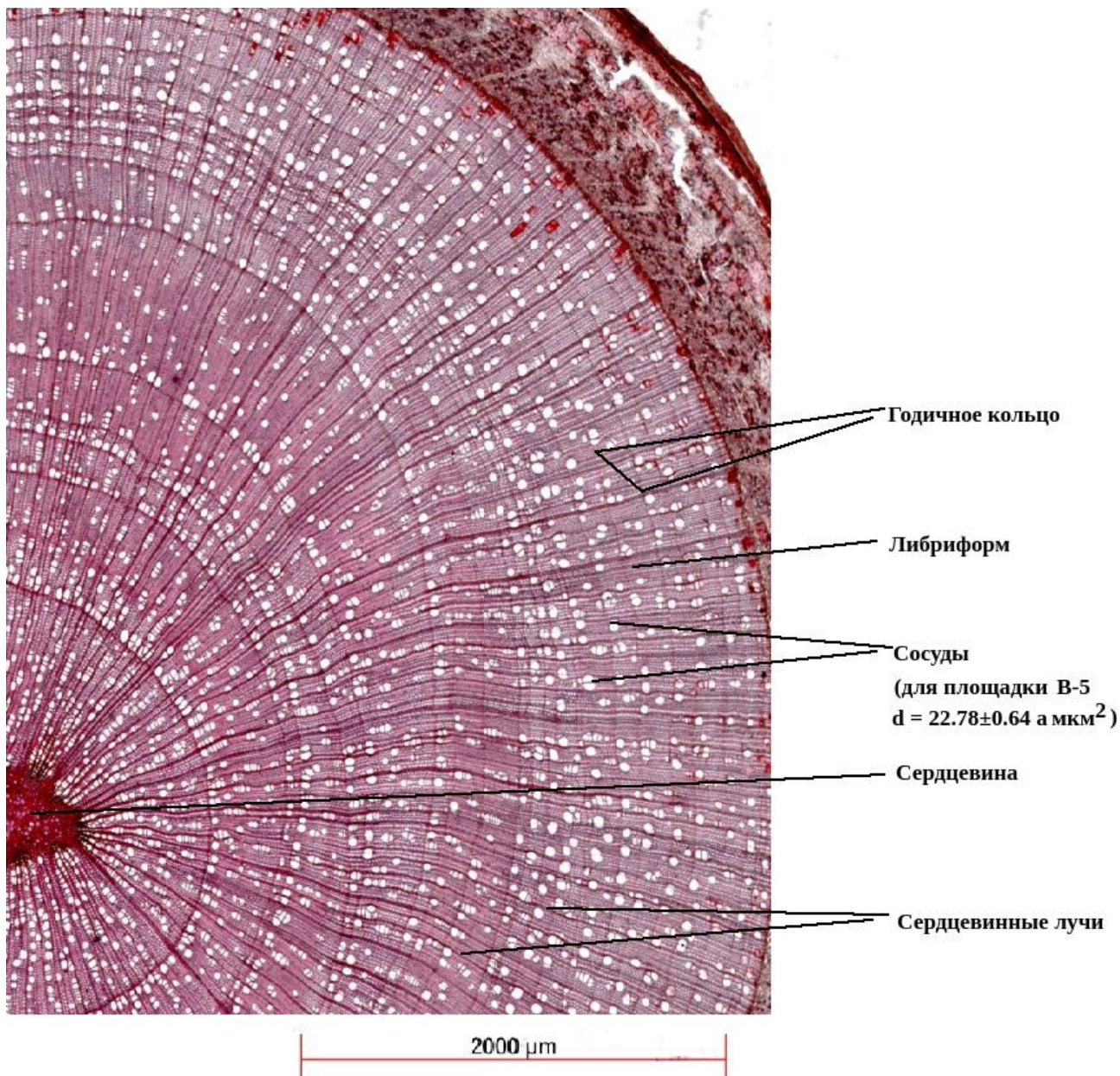


Рисунок 50– Анатомическое строение березы повислой для площадки В-5 ((*B. pendula*), отсканированный поперечный срез (микротомный препарат).

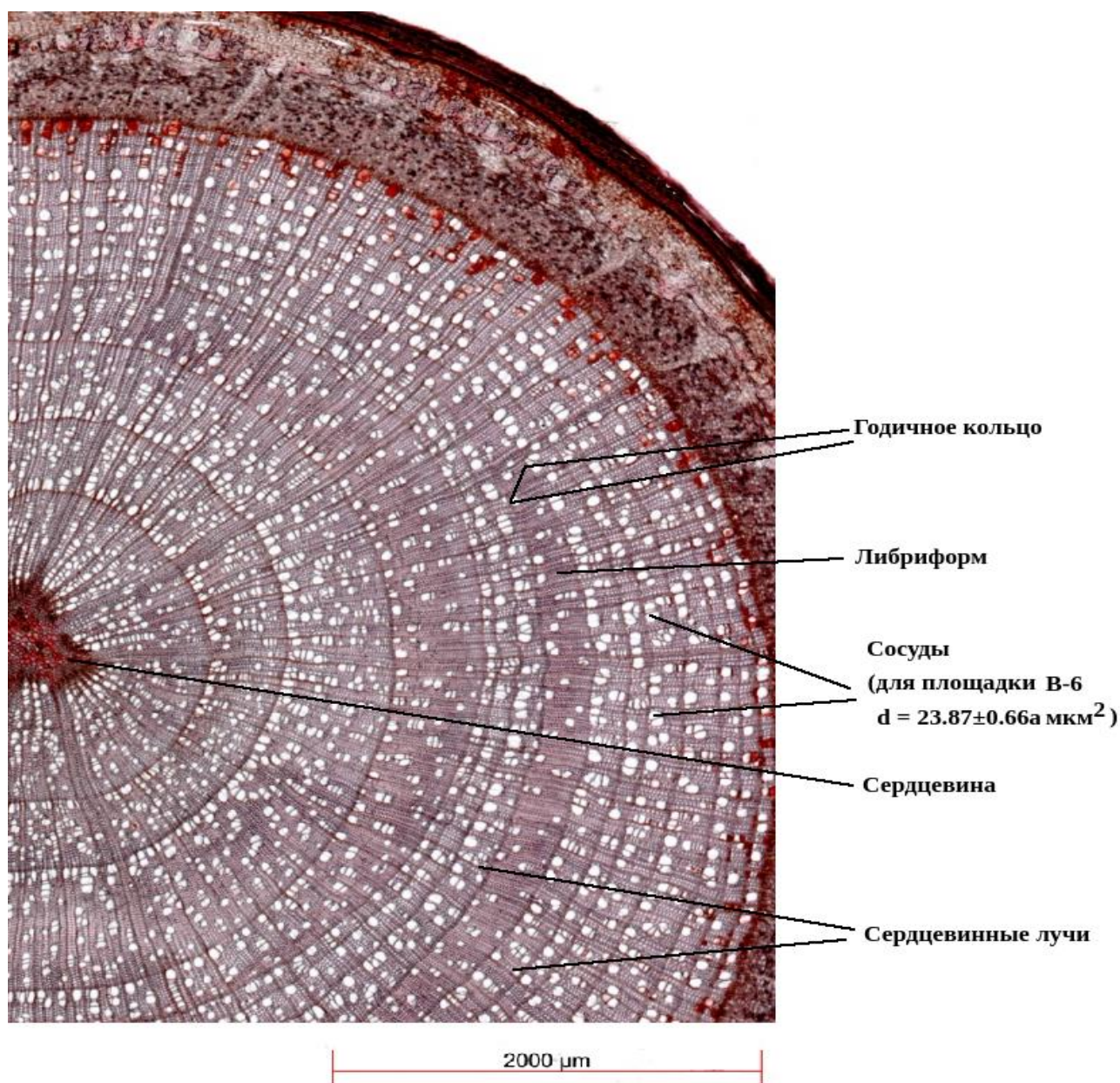


Рисунок 51– Анатомическое строение березы повислой для площадки В-6 (*B. pendula*), отсканированный поперечный срез (микротомный препарат).

На рисунке 51 приведено изображение, показывающее анатомические особенности ксилемы (сосуды, годовые кольца, сердцевина, сердцевинные лучи) березы повислой, для площадки В-6.

Было установлено, что размер сосудов для данной площадки В-6 составляет $23,87 \pm 0,66$ а мкм² в диаметре (а-стандартное отклонение). Также было выявлено, что древесина *B. pendula* имеет такие особенности, как диффузная пористость, мелкие и овальные (иногда угловатые) сосуды, апотрахеальная древесная паренхима и однородные сердцевинные лучи.

Имеется четкое камбиальное кольцо, древесина диффузно-пористая, годовые кольца отчетливые, очерченные радиально уплощенными клетками.

По данному изображению рисунка можно определить наличие сердцевины, границы годичных колец отчетливые, в месте пересечения агрегатного луча извилистая, древесина рассеяннососудистая, просветы частые, сгруппированные в радиально ориентированные цепочки и полоски, клетки паренхимы трудно распознаваемые среди волокон.

Таким образом, можно отметить, что на рисунках 46-51 древесина имеет узорчатую текстуру с темно-коричневыми включениями различной величины и формы. Самым ярким отличием строения при исследовании поперечных срезов является наличие своеобразной формы сердцевинных лучей у березы повислой. Кроме типичных для березы узких колец, встречаются широкие агрегатные сердцевинные лучи [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

На сканированных образцах (рисунки 48-53) у березы повислой видно, что анатомическое строение более сложное, имеются водопроводящие ткани, состоящие из сосудов и сосудистых трахеид, паренхимные клетки образуют сердцевинные лучи и вертикальную паренхиму. Кроме того, в древесине березы повислой отсутствуют смоляные ходы. Волокна либриформа представляют собой мертвые сильно вытянутые по длине проземхиные клетки. Установлено наличие большого количества волокон либриформа в древесине, что определяет ее твердость и плотность.

Следовательно, в исследуемом регионе береза повислая не имеет гнили, в ней преобладает либриформ значительно превышающий объем сосудистой ткани. Волокна либриформа увеличиваются в направлении от сердцевины ствола к коре, т.е. с возрастом дерева. Таким образом, древесина березы повислой в районе исследований характеризуется довольно хорошим качеством [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

В следующей части исследований нами проводились гидравлические исследования деревьев по проводимости в гидравлической архитектуре бореальных лесных деревьев, которые могут лежать в основе различий в чувствительности к засухе и уязвимости к глобальному потеплению климата. С этой целью мы изучили гидравлическую проводимость у древесных пород на южной окраине бореального леса в Восточном Казахстане. Изученные признаки характеризуют взаимосвязь между функционированием и безопасностью ксилемы. Известно, что южные бореальные леса в этом районе уязвимы к повышению засушливости климата.

Поскольку сосуды большего диаметра связаны с большей гидравлической проводимостью, мы выявили, что древесные виды хвойных пород имеют сосуды большего диаметра и большую гидравлическую проводимость, также выявили более высокую уязвимость к кавитации, у лиственницы сибирской (*L. Sibirica*). Ожидалось, что береза повислая (*B. pendula*) как широколистное рассеяннососудистое дерево, будет иметь больший средний диаметр сосудов, более высокую гидравлическую проводимость и

более высокую уязвимость к кавитации, чем хвойные породы, чья ксилема состоит из трахеид (рисунок 52). Доказательство более высокого риска кавитации у березы, чем у хвойных пород, имело бы большую практическую значимость, поскольку многие южные бореальные леса были преобразованы в результате антропогенных нарушений (например, вырубки леса, антропогенных пожаров) из хвойных лесов во вторичные березовые леса [204, p 467-472].

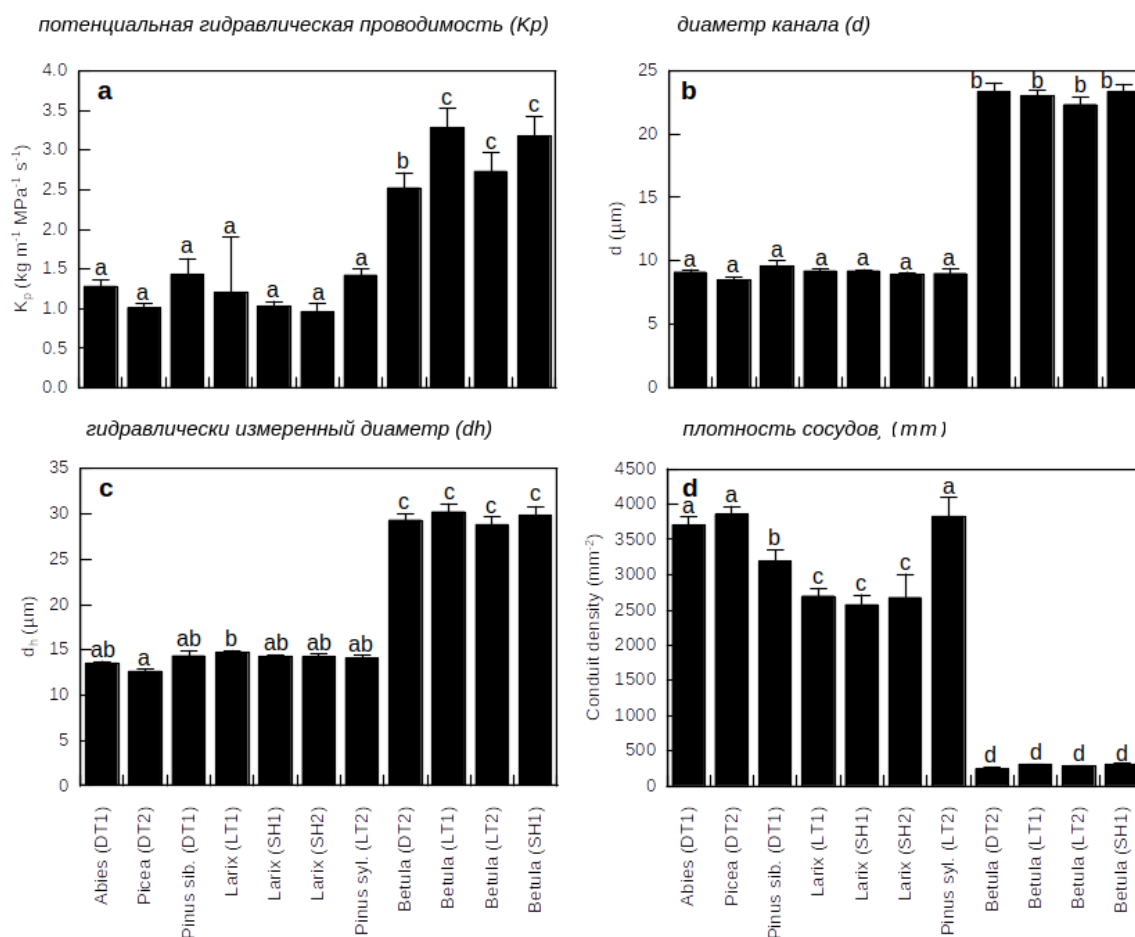


Рисунок 52 - Гидравлические и древесно-анатомические особенности ветвей различных бореальных пород деревьев в ККНПП ((a) потенциальная гидравлическая проводимость (K_p); (b) диаметр канала (d); (c) гидравлически измеренный диаметр (d_h); (d) плотность сосудов).

В нашем исследовании на анатомические характеристики древесины и потенциальную гидравлическую проводимость сильно влияли древесные породы, а не местоположение. Как следует из основных древесно-анатомических различий между хвойными и лиственными деревьями, диаметр сосуда, и диаметр сосуда с гидравлической нагрузкой были намного больше у березы, чем у хвойных деревьев. В то время как плотность сосуда у хвойных деревьев была в 10-15 раз выше, чем у березы и относительная площадь

просвета сосуда была самой низкой у березы. Статистический анализ был выполнен с помощью программного обеспечения SAS 9.4.

В результате проведенных исследований общее состояние березового древостоя в ККГНПП по сравнению с другими насаждениями, характеризуется как наилучшее. Определение относительного жизненного состояния в сочетании с анатомическими и морфологическими характеристиками древесных растений позволяет установить не только статус древостоев березы, но также выявить причины и тенденции негативных изменений [253, с. 101-105; 254, с. 225-231, 255, с. 279-284].

Следовательно, результаты наших исследований показали, что анатомические и дендрохронологические исследования древесных растений служат основой устойчивости этого вида и определяют адаптивный потенциал лесобразующих видов в ККГНПП. Результаты наших исследований могут быть использованы при прогнозировании прироста березы повислой в лесостепной зоне и для сравнительного анализа влияния климатических факторов на древесную растительность [253, с. 101-105; 254, с. 225-231].

Широко распространенные вторичные леса березы более уязвимы к потеплению климата, вызванного засухой, чем первые хвойные климаксные леса. Засуха, связанная с потеплением климата, вполне может способствовать увеличению гибели растений и ускорить круговорот древесных пород в березовых лесах, но замены более устойчивыми к засухе соснами может не произойти из-за способности березы повислой (*B. Pendula*) к регенерации. Тем не менее, структура леса, связывание углерода и биоразнообразие лесов могут измениться в результате более высокой засухоустойчивости березы.

4.7 Кластерный анализ древесно-кольцевых хронологий

В ходе дендрохронологических исследований для подтверждения правильности используемой методики классификации условий произрастания в разных природно – территориальных комплексах нами был применен метод кластерного анализа, который заключается в статистическом упорядочивании древесно-кольцевых хронологий в однородные группы (рисунок 55).

Проведенный кластерный анализ показал, что изучаемые хронологии хорошо отражают географическую структуру расположения участков, что свидетельствует о наличии четко выраженных региональных и видовых особенностей прироста деревьев. Дистанция между полученными кластерами характеризует региональные отличия между группами изучаемых участков. Таким образом, полученные данные позволяют выделить несколько групп хронологий схожих по динамике прироста. Кластеризация показывает пространственную изменчивость климатического сигнала в древесных рядах и позволяет выявить однородные связи.

Результаты кластерного анализа обобщенных древесно-кольцевых хронологий по пробным площадям березы повислой в условиях лесостепи и горных районах Восточного Казахстана показал, что полученные кластеры

объединяются в группы кластеров по месту обитания деревьев. Кластерный анализ выполнялся в программе STATISTICA 13.2. Меры расстояния между объектами рассчитывались по методу евклидово расстояние (Euclidean distances).

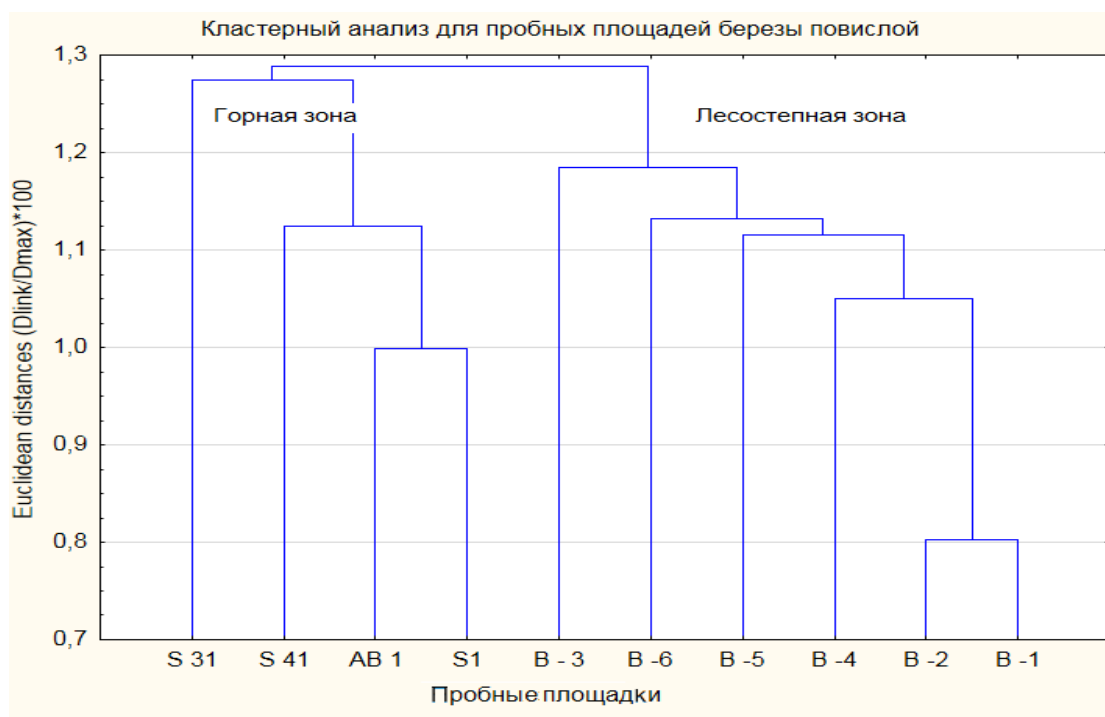


Рисунок - 53. Результаты кластерного анализа индексированных хронологий по пробным площадям березы повислой в условиях лесостепи и горных районах Восточного Казахстана.

Как видно из рисунка 53 результаты кластерного анализа показали, что при построении дендрограммы отдельные кластеры образовали хронологии площадок В-1, В-2, В-3, В-4, В-5, В-6 произрастающие в условиях лесостепи ККГНПП. Также четко выделяется другой кластер хронологий дополнительных площадок S1, АВ1, S41, S31 произрастающие в горных районах ККГНПП, что свидетельствует о согласованности прироста, имеется единый климатический отклик хронологий, для каждого района исследования, что говорит о сходстве места обитания изучаемых между собой древостоев и произрастания, как в лесостепной зоне, так и в горных районах исследуемого региона.

Кластерный анализ по данным древесно-кольцевых хронологий для разных площадок показал объединение по географическим районам, произрастающие в условиях лесостепи и в горных районах. Это указывает на то, что все исследуемые районы относятся к ККГНПП.

Таким образом, на радиальный прирост деревьев существенное влияние оказывают особенности мест их произрастания (лесостепь и горные районы),

которые определяют характер воздействия внешних факторов. На основе кластерного анализа древесно-кольцевых хронологий ККГНПП выделен один кластер из шести пробных площадок березы повислой, произрастающих в лесостепной зоне и один кластер для 4-х пробных площадей, произрастающих в горных районах.

В ходе проведенных исследований мы выясняли, что в пределах изученной территории Восточного Казахстана существуют группы/регионы, сходные по динамике радиального прироста; лесостепь и горные районы. Предлагаемый алгоритм кластерного анализа дает возможность проанализировать большой массив количественных дендрохронологических данных. Полученная информация, наряду с другими полученными характеристиками древесно-кольцевых хронологий, такими как общая тенденция графиков, коэффициенты корреляции и синхронности и др., может эффективно использоваться для решения задач, связанных с установлением места произрастания древесины (срубленной) и подтверждением декларируемого места ее заготовки.

ВЫВОДЫ

На основании полученных результатов сделаны следующие **выводы**:

1. Установлено положительное влияние атмосферных осадков и солнечной активности, выявлено отрицательное влияние температуры на формирование годичного прироста березы повислой, что может служить основой для создания прогноза климатической обстановки в исследуемом регионе.

2. Выявлены высокие значения корреляции между обобщенными древесно-кольцевыми хронологиями шести основных площадок, что указывает на наличие общего регионального сигнала, влияющего на рост деревьев в пределах всего района исследования. Обобщенные хронологии основных площадок березы повислой показывают высокую достоверную корреляцию, синхронность и чувствительность между собой, а также хорошо перекрестно датируются.

3. Установлено, что в возрастной структуре березовых насаждений в заметном дефиците молодые деревья и старовозрастные деревья. При этом преобладают средневозрастные деревья, что свидетельствует об относительной молодости березовых насаждений. Обнаружено, что на территории исследования произрастают старовозрастные деревья (береза и лиственница, пихта), датирующиеся XVIII веком, что позволило построить хронологии длительностью в 305 лет у пихты сибирской, 268 лет у лиственницы сибирской и 137 лет у березы повислой.

4. Показано, что исследуемые деревья имеют сходные анатомические параметры и хорошо коррелируют между собой не смотря на значительное удаленное расстояние между площадками. Выявлено, что береза повислая имеет высокую гидравлическую проводимость, что свидетельствует о ее высокой засухоустойчивости и высокой адаптации к изменяющимся условиям среды.

5. Выявлены однородные связи кластерного анализа показывающий пространственную изменчивость климатического сигнала древесно-кольцевых хронологий и объединение исследуемых участков в кластеры в исследуемой территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Жантлесова Ш.Б. Применение дендрохронологических исследований берёзы повислой для анализа изучения изменения климата // Вестник ГУ им. Шакарима. Серия биологическая. – Семей, 2015. - №1(69). - С. 153-157.

2 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. К вопросу о дендрохронологических исследованиях на современном этапе // Матер. междунар. заоч. науч.-практ. конф. «Образование и наука: современное состояние и перспективы развития». - Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – Ч. 2. - С. 50-52.

3 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Роль дендрохронологических методов исследования в изучении древесных насаждений // Матер. IX-й междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование-2014». - Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2014. - С. 3506-3511.

4 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Объекты для дендрохронологических исследований в Казахстане // Матер. Всерос. науч. конф. «Инновационный потенциал молодежной науки». - Уфа: Башкирский гос. пед. университет, 2013. - Т. 11. - С. 76-80.

5 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Дендрэкологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Аграрная наука - сельскохозяйственному производству Монголии, сибирского региона Казахстана и Болгарии: сб. науч. докл. - Уланбаатар: Монгольский гос. аграр. университет, 2013. – Ч. 1. - С. 290-291

6 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Возможности применения дендрохронологических методов для изучения изменчивости климатических условий в Казахстане // Матер. междунар. заоч. науч.-практ. конф. «Теоретические и прикладные вопросы образования и науки». - Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. – Ч. 5. – С. 52-53.

7 Ваганов Е.А., Шашкин А.В. Рост и структура годичных колец хвойных. - Новосибирск: Наука, 2000. - 232 с.

8 Матвеев С.М. Дендроклиматическое исследование сосняков Усманского бора и моделирование пожароопасных сезонов / С.М. Матвеев, В.В. Чеботарев // Изв. вузов. Лесн. журн. 2002. - № 2. - С. 36-41.

9 Lovelius N.V. Dendroindication of natural processes and antropogenic influences / N.V. Lovelius.- St.-Petersburg: Word and Family-95, 1997. 320 p.

10 Linderholm HW, Moberg A, Grudd H (2002) Peatland pines as climate indicators? A regional comparison of the climatic influence on Scots pine growth in Sweden. Can J Forest Res 32:1400–1410

11 Linderholm HW, Niklasson M, Molin T (2004) Summer precipitation variability in east central Sweden since the mid18th century recorded in tree-rings. Geogr Ann 86A: 277–288

12 Lindholm M, Ogurtsov, M., and Jalkanen, R. (2017) On the Possible Contribution of Natural Climatic Fluctuations to the Global Warming of the Last 135 Years. Atmospheric and Climate Sciences, 7, 256-262.,

13 Shiyatov S. G. Rates of change in the upper tree line ecotone in Polar Ural Mountains // PAGES News. 2003. V. 11. N. 1. P. 8–10.

14 Shiyatov S. G., Terent'ev M. M., Fomin V. V. Spatiotemporal dynamics of forest-tundra communities in the Polar Urals // Rus. J. Ecol. 2005. V. 36. N. 2. P. 69–75.

15 Shiyatov S. G., Terent'ev M. M., Fomin V. V., Zimmermann N. E. Altitudinal and horizontal shifts of the upper boundaries of open and closed forests in the Polar Urals in the 20th century // Rus. J. Ecol. 2007. V. 38. N. 4. P. 223–227.

16 Тишин Д.В., Чижикова Н.А. Дендрохронология / Учебно-методическое пособие - Казань: Казанский университет, 2018. – 34 с.

17 Fritts H.C. Tree-Rings and Climate. - New York; London; San Francisco: Academic Press, 1976. – P. 567.

18 Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале / С.Г. Шиятов. -М.: Наука, 1986. - 136 с.

19 Briffa, K.R. Trends in recent temperature and radial tree growth spanning 2000 years across Northwest Eurasia / K.R. Briffa, T.M. Melvin, V.V. Shishov, M.M. Naurzbaev, H. Grudd, R.M. Hantemirov, M. Eronen, E.A. Vaganov // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. - 2008. - V. 363(1501). - P. 22712284.

20 Briffa, K.R. Low frequency temperature variations from a northern tree-ring density network / K.R. Briffa, T.J. Osborn, F.H. Schweingruber, I.C. Harris, P.D. Jones, S.G. Shiyatov, E.A. Vaganov // Journal of Geophysical Research. - 2001. - 106 (D3), 2929e2941.

21 Schweingruber F. Jahrringe und Umwelt. Dendroökologie. - Birmensdorf: WSL, 1993. - 474 s.

22 Esper, J. Low-frequency signals in long tree-ring chronologies for reconstructing past temperature variability / J. Esper, E.R. Cook, F.H. Schweingruber // Science. - 2002. - V. 295. - P. 2250 - 2253.

23 Esper, J. Trends and uncertainties in Siberian indicators of 20th century warming / J. Esper, D. Frank, U. Buntgen, A. Verstege, R.M. Hantemirov, A.V. Kirilyanov // Global Change Biology. - 2010. - V. 16 (1). - P. 386-398.

24 Churakova (Sidorova), O.V. Site-specific water-use strategies of mountain pine and larch to cope with recent climate change / O.V. Churakova (Sidorova), M. Saurer, M.V. Bryukhanova, R.T.W. Siegwolf, C. Bigler // Tree Physiology. - 2016. - V. 36(8). - P. 942953.

25 Churakova (Sidorova), O.V. Application of eco-physiological models to the climatic interpretation of $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ measured in Siberian larch tree-rings / O.V. Churakova (Sidorova), A.V. Shashkin, R.T.W. Siegwolf, R. Spahni, T. Launois, M. Saurer, M.V. Bryukhanova, A.V. Benkova, A.V. Kupzova, P. Peylin, E.A. Vaganov, V. Masson-Delmotte, J. Roden // Dendrochronologia. - 2016. - V. 39. - P. 51-59.

26 Лобжанидзе, Э.Д. Камбий и формирование годичных колец древесины / Э.Д. Лобжанидзе. - Тбилиси: Изд-во АН СССР, 1961. - 160 с.

27 Ladefoged, K. The periodicity of wood formation / K. Ladefoged // Dansk Biologisk Tidsskrift. - 1952. - V. 7. - P. 1-98.

28 Gregory, R.A. A comparison of cambial activity of white spruce in Alaska and New England / R.A. Gregory, B.F. Wilson // Canadian Journal of Botany. - 1968. - V. 46(6). - P. 733-734.

29 Denne, M.P. Definition of latewood according to Mork (1928) / M.P. Denne // IAWA Bulletin. - 1989. - V. 10. - P. 59-62.

30 Denne, M.P. The environmental control of xylem differentiation / M.P. Denne, R.S. Dodd; In: Xylem cell development. Barnett J.R. (Eds.) - Tunbridge Wells, UK: Castle House Publications Ltd, 1981. - P. 236-255.

31 Климат Казахстана / под ред. А.С. Утешева. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 367 с.

32 Научно-прикладной справочник по климату СССР / Гидрометеорол. Центр. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Вып. 18, ч. 2. – 515 с.

33 Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель РК за 2003 год / Агентство РК по управлению земельными ресурсами. – Астана, 2004. - 142 с.

34 Феофраст. Исследование о растениях. - Рязань: Александрия, 2005. - 560 с.

35 Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения. - М.: АН СССР, 1955. - 1207 с.

36 Серебряков В.К. Очерки истории ботаники. - М.: Гос. учебно-пед. изд-во Наркомпроса РСФСР, 1941. - Ч. 1. - 247 с.

37 Линней К. Философия ботаники. – М.: Наука, 1989. - 456 с.

38 Иванов Д.В. Арктика, Антарктика и тайга: походная энциклопедия путешественника. - М.: Эксмо, 2009. - 416 с.

39 Бекетов А.Н. О влиянии климата на возрастание сосны и ели // Тр. первого съезда русских естествоиспытателей. - СПб.: Типография императорской академии наук, 1868. - С. 111-163.

40 Менделеев Д.И. Работы по сельскому хозяйству и лесоводству. - М.: АН СССР, 1954. - 620 с.

41 Бюсген М. Строение и жизнь наших лесных деревьев / пер. А. Битриха; под ред. Л.И. Яшнова. - СПб.: Типография С-Пб. градоначальства, 1906. - 376 с.

42 Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В. и др. Методы дендрохронологии: учебно-метод. пособие. - Красноярск: КрасГУ, 2000. – Ч. 1. - 80 с.

43 Александрова М.С., Коровин В.В., Коротков С.А. и др. Дендрохронологическая информация в лесоводственных исследованиях: монография / под ред. Д.Е. Румянцева, В.А. Липаткина. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. - 137 с.

44 Шведов Ф.Н. Дерево, как летопись засух // Матер. Второго Всесоюз. совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии

«Дендроклиматохронология и радиоуглерод». - Каунас: Институт ботаники АН СССР, 1972. - С. 17-26.

45 Колчин Б.А., Черных Н.Б. Дендрохронология Восточной Европы. - М.: Наука, 1977. - 127 с.

46 Шиятов С.Г. Дендрохронология, ее принципы и методы // Проблемы ботаники на Урале: записки Всесоюз. ботанич. общества. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. - Вып. 6. - С. 53-81.

47 Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. - М.: Наука, 1986. - 136 с.

48 Мелехов И.С. Использование методов анатомии растений в изучении взаимосвязей древесных пород в лесу // Повышение продуктивности лесов и улучшение ведения лесного хозяйства: сб. научн. тр. - М.: МЛТИ, 1977. - Вып. 99. - С. 5-9.

49 Попов П.П. Ель европейская и сибирская: структура, интеграция и дифференциация популяционных систем. - Новосибирск: Наука, 2005. - 231 с.

50 Писаренко А.И., Редько Г.И., Мерзленко М.Д. Искусственные леса. - М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. - Ч. 1. - 308 с.

51 Мамаев С.А., Попов П.П. Ель сибирская на Урале (внутривидовая изменчивость и структура популяций). - М.: Наука, 1989. - 104 с.

52 Осипов А.Ф., Бобкова К.С. Динамика плотности и продуктивности средневозрастного древостоя сосняка черничного средней тайги // Растительные ресурсы. - 2013. - Т. 49, №2. - С. 181-188.

53 Ветчинникова Л.В. Карельская берёза: ареал, разнообразие, охрана и перспективы воспроизводства // Тр. Карельского науч. центра РАН. - Петрозаводск, 2004. - Вып. 6. - С. 3-16.

54 Мелехов И.С. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств // Тр. Ин-та леса. - М.: Наука, 1949. - Т. 4, №6. - С. 11-20.

55 Фрейберг И.А., Толкач О.В., Залесов С.В., Луганский Н.А. Влияние березы на сосну при переводе лиственных насаждений в хвойные // Лесное хозяйство. - 2006. - №4. - С. 40-41.

56 Столяров Д.П., Полубояринов О.И., Декатов А.А. Использование кернов древесины в лесоводственных исследованиях: метод. рекомендации. - Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. - 43 с.

57 Щепотьев Ф.Л., Павленко Ф.А. Быстрорастущие древесные породы. - М.: Изд-во с.-х. литературы, 1962. - 373 с.

58 Пряхин В.Д., Николаенко В.Т. Пригородные леса. - М.: Лесная Промышленность, 1981. - 248 с.

59 Гроздова Н.Б. Береза. - М.: Лесная промышленность, 1979. - 78 с.

60 Старк Н. Враги леса. - М.; Л.: Гос. изд-во, 1929. - 228 с.

61 Petit R.J., Bodelles C., Ducousso A., Roussel G., Kremer A. Hybridization as a mechanism of invasion in oaks // New Phytologist. - 2004. - Vol. 161(1). - P. 151-164.

62 Неволин О.А., Третьяков С.В., Еремина О.О. Динамика сосново-березовых насаждений при проточном увлажнении почвы в типе леса сосняк-кисличник // Лесной журнал. - 2001. - №3. - С. 35-41.

63 Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений / пер. с англ. И.Г. Завадской, Д.П. Викторова, М.В. Райхинштейна. – М.: Лесная промышленность, 1983. - 464 с.

64 Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. - М.: Наука, 1967. – 99 с.

65 Smith A., Granhus A., Astrup R., Bollandsås O.M., Petersson H. Functions for estimating aboveground biomass of birch in Norway // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2014. – Vol. 29. – P. 565-578.

66 Thomson A.M., Dick C.W., Dayanandan S. A similar phylogeographical structure among sympatric North American birches (*Betula*) is better explained by introgression than by shared biogeographical history // Journal of Biogeography. - 2014. - Is. 2. – P. 339-350.

67 Barnes B.V., Dancik B.P., Sharik T.L. Natural hybridization of yellow birch and paper birch // Forest Science. - 1974. - №3. – P. 215-221.

68 Куклина Т.Э. Виды рода *Betula* L. в дендрологической структуре озеленения г. Томска: автореф. ... канд. биол. наук. – Томск, 2011. – 21 с.

69 Dulamsuren Ch., Hauck M., Bader M. Water relations and photosynthetic performance in *Larix sibirica* growing in the forest-steppe ecotone of northern Mongolia // Tree Physiology. – 2009. - Vol. 29. - P. 99-110.

70 Dulamsuren Ch., Wommelsdorf T., Zhao F., Xue Ya., Zhumadilov B., Leuschner Ch., Hauck M. (under revision) Increased summer temperatures reduce the growth and regeneration of *Larix sibirica* in southern boreal forests (eastern Kazakhstan) // Ecosystems. - 2013. - Vol. 16. – P. 1536-1549.

71 Dulamsuren Ch., Hauck M., Leuschner C. Recent drought stress leads to growth reductions in *Larix sibirica* in the western Khentey, Mongolia // Global Change Biology. – 2010. - Vol. 16. – P. 3024-3035.

72 Dulamsuren Ch., Hauck M., Khishigjargal M. et al. Diverging climate trends in Mongolian taiga forests influence growth and regeneration of *Larix sibirica* // Oecologia. - 2010. - Vol. 163. – P. 1091-1102.

73 Dulamsuren Ch., Hauck M., Leuschner H.H., Leuschner C. Climate response of tree-ring width in *Larix sibirica* growing in the drought-stressed forest-steppe ecotone of northern Mongolia // Annals of Forest Science. – 2011. - Vol. 68. – P. 275-282.

74 Лобжанидзе Э.Д., Габуня М.Д. Влияние техногенного загрязнения природной среды на формирование и строение древесины сосны черной (*Pinus nigra* Arn.) // Строение, свойства и качество древесины-2000: матер. 3-го междунар. симп. - Петрозаводск: Кар. НИЦ РАН, 2000. - С. 61-63.

75 Хантемиров Р.М., Горланова Л.А., Шиятов С.Г. Патологические структуры в годичных кольцах можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica*

Burgsd) и их использование для реконструкции экстремальных климатических событий // Экология. - 2000. - №3. - С. 185-192.

76 Ваганов Е.А., Круглов В.Б., Васильев В.Г. Дендрохронология: учебное пособие. – Красноярск, 2008. - 120 с.

77 Громадин А.В. Влияние климатических факторов на радиальный прирост пихты кавказской // Докл. ТСХА. – М., 2000. - №272. - С. 152-153.

78 Николаев А.Н., Тимофеев П.А. Анализ влияния климатических факторов на радиальный прирост деревьев в Северной и Центральной Якутии // Флора и растительность Якутии: сб. науч. ст. / Ин-т биол. проблем криолитозоны. - М., 1999. - С. 85-89.

79 Мазепа В.С. Использование спектрального представления и линейной фильтрации стационарных последовательностей при анализе цикличности в дендрохронологических рядах // В кн.: Дендрохронология и дендроклиматология. – Новосибирск: Наука, 1986. - С. 49-68.

80 Глызин А.В., Дорганова М.Г. Дендроклиматические исследования в лесах Северной Монголии // Сиб. экол. журн. - 1999. - №2. - С. 131-134.

81 Овчинников Д.В., Ваганов Е.А. Дендрохронологические характеристики лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.) на верхней границе леса в Горном Алтае // Сиб. экол. журн. - 1999. - №2. - С. 145-152.

82 Мазепа В.С. Влияние осадков на динамику радиального прироста хвойных в субарктических районах Евразии // Лесоведение. - 1999. - №6. - С. 14-21.

83 Косиченко И.Е. Влияние генотипа - среды на формирование микроструктуры стебля и диагностика технических свойств, роста и устойчивости древесных растений: автореф. ... докт. биол. наук. – Воронеж, 1999. - 40 с.

84 Wimmer R., Strumia G., Holawe F. Use of false rings in Austrian pine to reconstruct early growing season precipitation // Can. J. Forest Res. - 2000. - №11. – P. 1691-1697.

85 Schulman E. Bristlecone Pine: Oldest Known Living Thing // National Geographic Magazine. - 1958. - №113(3). – P. 354-372.

86 Ferguson C.W. Bristlecone Pine // Science and Esthetics // Science. – 1968. - Vol. 159, №3817. – P. 839-846.

87 Huber B., Siebenlist V., Niess W. Jahrringchronologie Hessischer Richen // Büdinger Geschichtsblätter. – 1965. - Vol. 188. – P. 54-86.

88 Levanic T., Cufar K. Chronology of white fir (*Abies alba* Mull.) of region Pogorje, Slovenia // Zb. gozd. in les. - 1998. - №55. – P. 135-149.

89 Замоторин И.М. Относительная хронология Пазырыкских курганов // Средняя Азия. - 1959. - №1. – С. 21-30.

90 Bannister B. Dendrochronology in the Near East // Current research and future potentialities: тр. VII-го междунар. конгр. антропологических и этнографических наук. - М., 1970. - Т. 5. – С. 336-340.

91 Huber B. Seeberg. Burgäschisee-Süd, Dendrochronologie // Acta Bernensia. - 1967. – Vol. 2, Pt. 4. – P. 145-156.

92 Munaut A.V. Les cernes de croissance des arbres. La dendrochronologie // Typologie des sources du Moyen-Age Occidental. - 1988. - Fasc. 53. - 51 p.

93 Колчин Б.А., Битвинкас Т.Т. Дендрохронология Новгорода // Проблемы абсолютного датирования в археологии: сб. - М.: Наука, 1972. – С. 113-118.

94 Колчин Б.А., Битвинкас Т.Т. Современные проблемы дендрохронологии // Проблемы абсолютного датирования в археологии: сб. - М.: Наука, 1972. – С. 80-92.

95 Гортинский Г.Б. Эколого-физиологические особенности древесных растений в таежной. – Л., 1976. – 84 с.

96 Fritts H. The Relevance of Dendrographic Studies to Three-Ring Research. // Three-Ring Bulletin. - Arizona, 1962. - Vol. 24 (1-2). – P. 9-11.

97 Luckman B.H. The Little Ice Age in Canadian Rockies // Geomorphology. - 2000. - Vol. 32. – P. 357-384.

98 Stahle D.W., Hehr J.G., Hawks G.G., Cleaveland M.K., Baldwin J.R. Tree-Ring Chronologies of the Southcentral United States / Laboratory and Office of the State Climatologists; University of Arkansas. - Arkansas, 1985. - 128 p.

99 Lloyd A.H., Graumlich L.J. Holocene dynamics of treeline forests in the Sierra Nevada // Ecology. - 1997. - Vol. 78. – P. 1199-1210.

100 Villalba R., Cook E.R., Jacoby G.C. et al. Tree-ring based reconstruction of northern Patagonia precipitation since AD 1600 // Holocene. - 1998. - Vol. 8. – P. 659-674.

101 Cleaveland M.K., Cook E.R., Stahle D.W. Secular variability of the Southern Oscillation detected in tree-ring data from Mexico and Southern United States // El Niño: the historical and paleoclimatic record of the Southern Oscillation / H. Diaz, V. Markgraf (eds). - Cambridge, 1992. – P. 271-291.

102 Briffa K.R., Jones P.D. Global surface air temperature variations during the twentieth century // Holocene. - 1993. - Vol. 3, pt. 2. – P. 77-88.

103 Stockton C.W., Fritts H.C. Long-term reconstruction of water level changes for Lake Athabasca by analysis of tree rings // Water Resources Bulletin. - 1973. - Vol. 9(5). – P. 1006-1027.

104 Meko D.M., Stockton C.W. Tree-Ring Inferences on Historical Changes in the Level of Great Salt Lake // In: Problems of and Prospects for Predicting Great Salt Lake Levels: papers from a Conf. - Utah, 1985. – P. 63-76.

105 George S.St., Nielsen E. Hydroclimatic change in southern Manitoba since AD 1409 inferred from tree rings // Quaternary Research. - 2002. - Vol. 58(2). – P. 103-111.

106 Hughes M.K., Wu X., Shao X., Garfin G.M. A Preliminary Reconstruction of Rainfall in North-Central China since A.D. 1600 From Tree-Ring Density and Width. Quaternary Research. – Boulder, 1994. - Vol. 41. – P. 88-99.

- 107 Pederson N., Jacoby G.C., D'Arrigo R.D. et al. Hydrometeorological reconstruction for Northeastern Mongolia derived from tree rings: AD 1651-1995 // *Journal of Climate*. - 2001. - Vol. 14. – P. 872-881.
- 108 Woodhouse C.A. Artificial neural networks and dendroclimatic reconstructions: an example from the Front Range, Colorado, USA // *The Holocene*. - 1999. - Vol. 9. – P. 521-529.
- 109 Cook E.R., Peters K. Calculating unbiased tree-ring indices for the study of climatic and environmental change // *Holocene*. - 1997. - Vol. 7. – P. 361-370.
- 110 LaMarch V.C. Paleoclimatic inferences from long tree-ring records // *Science*. - 1974. - Vol. 183. – P. 1043-1048.
- 111 Biondi F. Are climate-tree growth relationships changing in north-central Idaho? // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. - 2000. - Vol. 32. – P. 111-116.
- 112 Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. - Новосибирск: Наука, 1996. - 246 с.
- 113 Ваганов Е.А., Терсков И.А. Анализ роста дерева по структуре годовичных колец. - Новосибирск: Наука, 1977. - 93 с.
- 114 Colenutt M.E., Luckman B.H. The dendrochronological characteristics of alpine larch // *Can. J. For. Res.* - 1995. - Vol. 25. - P. 777-789.
- 115 Смирнов И.А. Устойчивость древесных растений к токсическим компонентам дымовых выбросов в экстремальных условиях среды // *Проблемы физиологии и биохимии древесных растений*. - Красноярск: Красноярский филиал СО АН СССР, 1982. - С. 116.
- 116 Мелехов И.С. Значение структуры годовичных слоев и ее динамики в лесоводстве и дендроклиматологии // *Лесной журнал*. - 1979. - №4. - С. 6-14.
- 117 Мазепа В.С. Влияние осадков на динамику радиального прироста хвойных в субарктических районах Евразии // *Лесоведение*. - 1999. - №6. - С. 14-21.
- 118 Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Силкин П.П. Значение раннелетней температуры и сроков схода снежного покрова для роста деревьев в субарктической зоне Сибири // *Лесоведение*. - 1999. - №6. - С. 3-13.
- 119 Громадин А. В. Дендрология: учебное пособие. - М.: РГАУ, 2010. - 847 с.
- 120 Савва Ю.В., Ваганов Е.А., Милютин Л.И. Рост и структура годовичных колец сосны обыкновенной в географических культурах Красноярской лесостепи в зависимости от климатических факторов // *Матер. науч. генетич. конф., посв. 100-летию со дня рождения А.Р. Жебрака и 70-летию образования каф. генетики в Моск. с.-х. академии им. К.А. Тимирязева*. - М., 2002. - С. 286-288.
- 121 Koenig W.D., Knops M.H. Scale of mast-seeding and tree-ring growth // *Nature*. - 1998. - Vol. 396. - P. 225-226.

122 Розенберг Г.С., Феклистов Н.А. О прогнозировании прироста сосны и ели методами регрессионного анализа // Лесной журнал. - 1981. - №2. - С. 18-21.

123 Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне Европейской тайги. - Архангельск: АГТУ, 1997. - 140 с.

124 Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 170 с.

125 Богданов П.Л. Дендрология. - М.: Лесная промышленность, 1974. - 240 с.

126 Нестеров В., Битвинскас Т. К вопросу о взаимосвязи солнечной активности, климата и прироста леса [On the subject of relationships between solar activity, climate and growth of forest] // В кн.: Биологические системы в земледелии и лесоводстве. - Moscow: Nauka, 1974. - С. 127-128.

127 Рудаков В.Е. Модульные коэффициенты годичного прироста деревьев - основа воссоздания хода колебаний атмосферных осадков // Известия Всесоюз. геогр. общества. - 1980. - Т. 112. - С. 237-243.

128 Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. - М.: Наука, 1986. - 136 с.

129 Полозова Л.Г., Шиятов С.Г. Влияние термического режима на радиальный прирост деревьев в различных условиях местообитания // Экология. - 1975. - №6. - С. 30-35.

130 Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. - Л.: Наука, 1979. - 232 с.

131 Битвинскас Т. Возможности использования дендрохронологического метода в изучении закономерностей изменчивости условий среды растительного мира // Матер. второй всесоюз. школы «Формирование растительного покрова при оптимизации ландшафта». - Vilnius: Lithuanian Institute of Botany, 1979. - P. 34-37.

132 Данилов Д.Н. Влияние плодоношения на структуру годичного слоя у ели // Ботанический журнал. - 1953. - Т. 38, №3. - С. 367-377.

133 Свидерская И.В., Белова Н.В., Шашкин А.В., Ваймер Л.И. Радиальный рост деревьев *Picea obovata* (Ledeb) в связи с периодичностью и интенсивностью семеношения в лесостепной зоне центральной части Красноярского края // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. 2-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. - Красноярск, 1999. - С. 28-29.

134 Савчук Д.А., Воробьев В.Н. Сравнение динамики роста и репродукции кедра сибирского // Сиб. экол. журн. - 1999. - Т. 6, №2. - С. 125-130.

135 Воробьев В.Н. Метод ретроспективного изучения динамики семеношения *Pinus sibirica* Du Tour // Ботан. журн. - 1979. - Т. 64, №7. - С. 971-974.

136 Глебов Ф.З., Черкашин В.П., Мацулева Г.Н. Влияние климата на динамику радиального прироста в двух типах кедрового леса // В кн.: Дендрохронология и дендроклиматология. - Новосибирск: Наука, 1986. - С. 94-102.

137 Громадин А.В., Матюхин Д.Л. Дендрология: учебник. - 3-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2009. - 359 с.

138 Постановление Правительства Республики Казахстан. О создании Катон-Карагайского государственного национального природного парка: утв. 17 июля 2001 года, № 970.

139 Катон-Карагайский государственный национальный природный парк / Р.Н. Крыкбаева. - Усть-Каменогорск, 2008. - 102 с.

140 Труды Катон-Карагайского государственного национального природного парка / Р.Н. Крыкбаева, А.Н. Челышев. - Усть-Каменогорск: ТОО «ПРОФИТ», 2006. - Т. 1. - 278 с.

141 Атлас Казахской ССР. Природные условия и ресурсы / Главное управление геодезии и картографии. - М.: ГУГК, 1982. - Т. 1. - 81 с.

142 Иванова И.Н. Территориальная структура экологического каркаса Катон-Карагайского национального парка Республики Казахстан в соответствии с пространственной организацией расселения // Вестник ТГАСУ. - 2009. - №2. - С. 40-51.

143 Шиятов С.Г. О некоторых особенностях роста древесных растений на верхнем и полярном пределах лесов // В кн.: Вопросы древесного прироста в лесоустройстве. - Каунас, 1967. - С. 107-111.

144 Молчанов А.А. Дендроклиматические основы прогнозов погоды. - М.: Наука, 1976. - 166 с.

145 Кайрюкштитис Л.А., Дубинскайте Й.И. Использование ритмических колебаний радиального прироста деревьев для прогноза изменчивости климатических условий // В кн.: Дендрохронология и дендроклиматология. - Новосибирск, 1986. - С. 161-174.

146 Кайрюкштитис Л.А., Юодеэлькис А.И. Сезонный рост деревьев и зависимость интенсивности роста от факторов внешней среды // Матер. Всесоюз. науч. конф. по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии. - Вильнюс, 1968. - С. 89-93.

147 Пугачев П.Г. Динамика годичного прироста *Pinus sylvestris* L. в Тургайской впадине в связи с климатическими факторами // Ботанический журнал. - 1975. - Т. 60, №3. - С. 401-412.

148 Шпалте Э.П. Влияние метеорологических факторов на радиальный прирост сосны в Латвийской ССР // Лесоведение. - 1978. - №3. - С. 11-18.

149 Рогальский А.И., Черкашин В.П. Влияние экологических условий на прирост сосны по диаметру в Инском бору (Минусинская котловина) // Временные и пространственные изменения климата и годичные кольца деревьев: сб. - Каунас, 1987. - Ч. 3. - С. 84-87.

150 Черкашин В.П., Бузыкин А.И., Дашковская И.С. Динамика радиального прироста хвойных разного ценотического положения в Приангарье // В кн.: Дендрохронология и дендроклиматология. - Новосибирск, 1986. - С. 79-86.

151 Priit K. Climate – radial increment relationships in Estonian conifer stands // Изв. АН Эстонии. Серия Экология. - 1992. - Vol. 2, №1. - С. 22-27.

152 Jacoby G.C., D'Arrigo R.D., Davaajams T. Mongolian Tree Rings and 20th-century Warming // Science. – 1996. - Vol. 273. - P. 771-773.

153 Helama S., Lindholm M., Timonen M., Eronen M. & Meriläinen J. Interannual-to-centennial variability in summer temperatures in northern Fennoscandia during the last 7500 years extracted from tree-rings of Scots pine // The Holocene. - 2002. - Vol. 12(6), pt. 2. – P. 681-687.

154 Kalela-Brundin M. Climatic information from tree-rings of *Pinus sylvestris* L. and reconstruction of summer temperatures back to AD 1500 in Femund-marka, Eastern Norway, using partial least squares regression (PSL) analysis // Holocene. - 1999. - №9. - P. 59-69.

155 Jacoby G.C., D'Arrigo R.D., Pederson N.D., Buckley B.M. et al. Temperature and precipitation in Mongolia based on dendroclimatic investigations // IAWA Journal. - 1999. - Vol. 20. - P. 339-350.

156 Lindholm M. et al. Climatic signals extracted from ring-width chronologies of Scots pines from the northern, middle and southern parts of the boreal forest belt in Finland // Silva Fennica. - 2000. - Vol. 34(4). - P. 317-330.

157 Raspopov O.M., Dergachev V.A., Kolstrom T. Periodicity of climate conditions and solar variability derived from dendrochronological and other palaeoclimatic data in high latitudes // Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology. - 2004. - Vol. 209. – P. 127-139.

158 Peters K., Jacoby G.C., Cook E.R. Principal components analysis of tree-ring series // Tree-ring Bulletin. - 1981. - Vol. 41. - P. 1-19.

159 Матвеев С.М. (2005) Цикличность прироста сосновых древостоев Центральной лесостепи в 11-летнем цикле солнечной активности. Изв. вузов. Лесн. журн. 1-2: 14–21.

160 Douglass A.E. Grossdating in dendrochronology // J. Forestry. – 1941. - Vol. 39, №10. - P. 825-831.

161 Комин Г.Е. Влияние пожаров на возрастную структуру и рост северотаежных заболоченных сосняков Зауралья. В: Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск, Тр. ин-та экологии растений и животных УРАН СССР (53), - 1967.с. 207–211.

162 Holtmeier F.-K. Mountain timberlines: ecology, patchiness, and dynamics. - Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. - 384 p.

163 Lebourgeois F. Climatic signals in earlywood, latewood and total ring widths of Corsican pine from western France // Annals Forest Science. – 2000. - Vol. 57. - P. 155-164.

164 Schweingruber F. Tree rings and environment. Dendroecology. – Berne; Stuttgart; Vienna: Paul Haupt Publ., 1996. - 609 p.

165 Parmesan C., Yohe G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems // Nature. – 2003. - Vol. 421. - P. 37-42.

166 Игнатъева О.С., Быков И.П. Влияние микроэлементов на некоторые физиологические процессы и урожай зерновых и овощных культур // В кн.: Микроэлементы в биосфере и их применение в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока. - Улан-Уде, 1969. - С. 107.

167 Кайрюкштіс Л.А., Юодвалышс А.И. Особенности формирования годичных слоев в связи с климатическими условиями // В кн.: Дендроклиматохронология и радиоуглерод. - Каунас, 1972. - С. 27-31.

168 Комин Г.Е. Цикличность в динамике лесов Зауралья: автореф. ... докт. с.-х. наук. - Свердловск, 1978. - 39 с.

169 Полюшкин Ю.В., Рыжкова Е.А. Экстремальные значения факторов климата и прирост сосны в районах предполагаемого изъятия части стока (на примере средней тайги Западной Сибири) // Географические аспекты проблемы перераспределения стока Западной Сибири. - Иркутск, 1979. - С. 36-50.

170 Комин Г.Е. Динамика прироста сосны в Казахстане в связи с солнечной активностью // Бюл. Солнечные данные. - 1969. - №8. - С. 113-117.

171 Назаров И.М., Рябошапка А.Г. Кислотообразующие вещества в атмосфере и их воздействие на продуктивность растительных экосистем // Науч. тр. ин-та прикладной геофизики. – М., 1985. - Вып. 62. - С. 78-93.

172 Комин Г.Е. Цикличность в динамике прироста деревьев // В кн.: Проблемы экспертизы растительных объектов. - М., 1972. - С. 54-64.

173 Розанов М.И., Прокудина В.С. Исследование корреляции ширины годичных колец деревьев с климатическими изменениями и солнечной активностью // Биофизика. - 2002. – Т. 47, №1. - С. 135-138.

174 Нестеров В.Г., Розанов М.И., Кириенко Г.И. Динамика прироста деревьев разных типов развития // В кн.: Биоэкологические основы дендрохронологии. – Вильнюс; Ленинград, 1975. - С. 17-20.

175 Ловелиус Н.В. Колебания прироста древесных растений в 11-летнем цикле солнечной активности // Ботан. журн. - 1972. - Т. 57, №1. - С. 64-68.

176 Douglass A.E. A method of estimating rainfall by the growth of trees // American geographical society bull. - 1914. - Vol. 46, №5. - P. 321-335.

177 Douglass A.E. Tree rings and chronology // Phys. Sci. Bull. - Arizona, 1937. - №1. – P. 1-36.

178 Скрябин М.П. Леса и солнечная активность // Астрономический сборник. – Львов, 1960. – Вып. 3-4. – С. 158-164.

179 Костин С.И. Основы метеорологии и климатологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1955. - 337 с.

180 Костин С.И. Солнечная активность и влияние ее на прирост деревьев и состояние лесных насаждений в центральной части лесостепи Русской равнины // Тр. ГГО. – СПб., 1961. - Вып. 111. - С. 108-117.

181 Костин С.И. Значение озерных иловых отложений в изучении колебаний климата // Тр. ГГО. – СПб., 1970. - Вып. 258. - С. 37-48.

182 Костин С.И. Повторяемость засушливых и влажных периодов в центральной части лесостепи Русской равнины // Научные зап. Воронежского лесотехнич. института. - 1964. - Вып. 29, №1. - С. 91-101.

183 Костин С.И. Циклы солнечной активности и влияние их на прирост деревьев // Жур. общ. биолог. - 1974. - Вып. 35, №2. - С. 270-275.

184 Чижевский А.Л., Земное эхо солнечных бурь, М., «Мысль», 1976 г., с. 29 и 323.

185 Силкин, П. П. Методы многопараметрического анализа структуры годичных колец хвойных / Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. – 335 с.

186 G. von Arx, M. Carrer, ROXAS – A new tool to build centuries-long tracheid-lumen chronologies in conifers // *Dendrochronologia*. – 2014. – Vol. 32. – No. 3. – P. 290-293.

188 G. von Arx, A. Crivellaro, A. L. Prendin, K. Čufar, M. Carrer, Quantitative wood anatomy – practical guidelines / // *Frontiers in Plant Science*. – 2016. – Vol. 7. – Article 781.

189 R. L. Peters, D. Balanzategui, A. G. Hurley, G. von Arx, A. L. Prendin, H. E. Cuny, J. Bjoerklund, D. C. Frank, P. Fonti, RAPTOR: Row and position tracheid organizer in R // *Dendrochronologia*. – 2018. – No. 47. – P.10-16.

190 A. L. Prendin, G. Petit, M. Carrer, P. Fonti, J. Björklund, G. von Arx, New research perspectives from a novel approach to quantify tracheid wall thickness // *Tree Physiology*. – 2017. – Vol. 37. – No. 7. – P. 976-983.

191 G. von Arx, M. Carrer, J. Björklund, P. Fonti. Quantitative wood anatomy opens a weekly to millennial time window in tree-ring research // *Geophysical Research Abstracts*. – 2018. – Vol. 20, EGU2018. – 18929 p.

192 И. В. Свидерская, В. Г. Суховольский, Е. Ю. Радостева, А. В. Кирдянов. Модельная оценка оптимального соотношения между толщиной клеточной стенки и размером люмена у трахеид хвойных // *Журнал СФУ. Биология*. – 2011. – Т. 4. – No 2. – С. 183-196.

193 Gartner V. L. Patterns of xylem variation within a tree and their hydraulic and mechanical consequences // *Plant Stems: Physiological Morphology*. / Ed. V. Gartner. – N. Y. : Academic Press, 1995. – P. 125-149.

194 Ваганов, Е. А. Кузнецова Г. В., Свистова В. И. , Круглов В. Б., Анатомия годичных колец у прививок кедра сибирского // *Лесоведение*. – 2010. – No 3. – С. 59-70.

195 P. Fonti, S. Jansen. Xylem plasticity in response to climate // *New Phytologist*. – 2012. – Vol. 195. – No. 4. – P. 734-736.

196 P. Fonti, M. V. Bryukhanova, V. S. Myglan, A. V. Kirdeyanov, O. V. Naumova, E. A. Vaganov. Temperature-induced responses of xylem structure of *Larix sibirica* (Pinaceae) from the Russian Altay // *American Journal of Botany*. – 2013. – Vol. 100. – No. 7. – P. 1332-1343.

197 P. Fonti, E.A. Babushkina. Tracheid anatomical responses to climate in a forest-steppe in Southern Siberia // *Dendrochronologia*. – 2016. – No. 39. – P. 32-41.

198 U. G. Hacke, B. Lachenbruch, J. Pittermann, S. Mayr, J. C. Domec, P. J. Schulte. The hydraulic architecture of conifers // *Functional and ecological xylem anatomy* / U. G. Hacke. – Cham: Springer, 2015. – pp. 39-75.

199 X. Li, E. Liang, J. Gričar, P. Prislan, S. Rossi, K. Čufar. Age dependence of xylogenesis and its climatic sensitivity in Smith fir on the south-eastern Tibetan Plateau // *Tree Physiology*. – 2012. – Vol. 33. – No. 1. – P. 48-56.

200E. Liang, D. Eckstein. Light rings in Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) in semiarid areas of north China and their palaeo-climatological potential // *New Phytologist*. – 2006. – Vol. 171. – No. 4. – P. 783–791.

201 E. Liang, X. Shao, N. Qin . Tree-ring based summer temperature reconstruction for the source region of the Yangtze River on the Tibetan Plateau // *Global and Planetary Change*. – 2008. – Vol. 61. – No. 3-4. – P. 313-320.

202 Khansaritoreh E., Schuldt B., Dulamsuren C. Hydraulic traits and tree-ring width in *Larix sibirica* Ledeb. As affected by summer drought and forest fragmentation in the Mongolian forest steppe // *Annals of Forest Science*. – 2018. – Vol. 75. – No. 1. – Article 30.

203 T. Chenlemuge, B. Schuldt, C. Dulamsuren, D. Hertel, C. Leuschner, M. Hauck . Stem increment and hydraulic architecture of a boreal conifer (*Larix sibirica*) under contrasting macroclimates // *Trees*. – 2015. – Vol. 29. – No. 3. – P. 623–636.

204 Ch. Dulamsuren, Sh. Abilova, M. Bektayeva, M. Eldarov, B. Schuldt, C. Leuschner, M. Hauck «Hydraulic architecture and vulnerability to drought-induced embolism in southern boreal tree species of Inner Asia» // *Journal: Tree Physiology*, ID TP-2018-259. P 467-472.

205 Адаменко М.Ф. Реконструкция динамики термического режима летних месяцев и оледенения на территории Горного Алтая в XIV-XX веках: автореф. канд. геогр. наук. – Новосибирск, 1985. - 16 с.

206 Бочаров А.Ю. Климатически обусловленный радиальный рост хвойных в верхней части лесного пояса Семинского хребта (Центральный Алтай) // *Journal of Siberian Federal University*. - 2009. - №1. – P. 30-37.

207 Воробьев В.Н., Бочаров А.Ю., Хуторной О.В., Нарожный Ю.К. Дендроклиматический анализ радиального прироста кедра сибирского (*Pinus sibirica*) в горно-ледниковом бассейне Актру (Центральный Алтай) // В кн.: Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири. – Новосибирск: ИАиЭ СО РАН, 2001. - Вып. 1. – С. 71-78.

208 Магда В.Н., Ваганов Е.А. Климатический отклик прироста деревьев в горных лесостепях Алтае-саянского региона // Известия РАН. Серия географическая. - 2006. - №5. – С. 92-100.

209 Мыглан В.С., Овчиников Д.В., Ваганов Е.А. и др. Построение 1772-летней древесно-кольцевой хронологии для территории Республики Алтай // Известия РАН. Серия географическая. - 2009. - №6. – С. 70-77.

210 Мыглан В.С., Жарникова О.А., Малышева Н.В. и др. Построение древесно-кольцевой хронологии и реконструкция летней температуры воздуха юга Алтая за последние 1500 лет // География и природные ресурсы. - 2012. - №3. – С. 22-30.

211 Назаров А.Н., Мыглан В.С. Перспективы построения 6000-летней хронологии по сосне сибирской для территории Центрального Алтая // Журнал Сибирск. федеральн. университета. Серия Биология. - 2005. - №5. – С. 70-88.

212 Овчинников Д.В., Панюшкина И.П., Адаменко М.Ф. Тысячелетняя древесно-кольцевая хронология лиственницы Горного Алтая и ее использование для реконструкции летних температур // География и природные ресурсы. - 2002. - №1. – С. 102-108.

213 Кобозев А.Л. Алтай Казахстанский. - Алма-Ата: Кайнар, 1985. - С. 221.

214 Красная книга Казахстана / под ред. А.Ф. Ковшарь. - 3-е изд., перераб. и доп. - Алматы: Қонжық, 1996. - С. 420.

215 Котухов Ю.А. Список сосудистых растений Казахстанского Алтая // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2005. - Вып. 11. – С. 11-82.

216 Иващенко А.А., Утяшева Т.Р., Зинченко Е.С. Редкие виды однодольных растений (Liliopsida) Маркакольского заповедника // Изучение растительного мира Казахстана и его охрана: матер. 1-й молодежн. ботанич. конф. - Алматы, 2001. – С. 187-191.

217 Лищинская С.Н. Эколого-биологические особенности берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) как компонента антропогенных лесонасаждений г. Самары: автореф. канд. биол. наук. – Самара, 2003. - С. 18.

218 Горячев В.М. Влияние пространственного размещения деревьев в сообществе на формирование годичного слоя древесины хвойных в южно-таежных лесах Урала // Экология. - 1999. - №1. – С. 9-15.

219 Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – С. 707.

220 Арусте К., Реа К. Поражение древесных пород соединениями серы и фтора в лесах зеленой зоны г. Талина // В кн.: Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями. - Талин: АН СССР, 1982. – С. 61-62.

221 Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. - Новосибирск: Наука, 1979. - С. 280.

- 222 Чуваев П.П., Кулагин Ю.З., Гетко Н.В. Вопросы индустриальной экологии и физиологии растений. - Минск: Наука и техника, 1973. – С. 56.
- 223 Гроздова Н.Б. Береза. - М.: Лесная промышленность, 1979. – С. 78.
- 224 Ирошников А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция. - М.: ВНИИЛМ, 2004. – С. 182.
- 225 Ганюшкина Л.Г., Музалева Л.Д. Физиологическая характеристика разновозрастной хвои ели // III-е Уральское совещание по физиологии и экологии древесных растений: тез. докл. - Уфа, 1970. – С. 260.
- 226 Козлова И.А. Анализ изменчивости годичного и радиального прироста деревьев пихты сибирской в сложном пойменном насаждении // Матер. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и докторантов МарГТУ: юбилейный сб. ст. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – С. 102-108.
- 227 Елагин И.Н. Сезонное развитие сосновых лесов. - Новосибирск: Наука, 1976. - С. 232.
- 228 Пчелин В.И., Данилов М.Д. Формовое разнообразие осины в лесах Среднего Поволжья // Сб. тр. ПЛТИ им. М. Горького. – Йошкар-Ола, 1967. - Вып. 3, №58. – С. 210-213.
- 229 Воробьев В.Н. Биологические основы комплексного использования кедровых лесов. - Новосибирск: Наука, 1983. – С. 256.
- 230 Шиятов С.Г. и др. Методы дендрохронологии: учебно-метод. пособие. - Красноярск: КрасГУ, 2000. – Ч. 1. – С. 80.
- 231 Звиедрис А.И., Сацениекс Р.Я. Влияние климатических факторов на ширину годичных слоев ели // В кн.: Ель и ельники Латвии. - Рига: Лат. НИИЛХ, 1975. – С. 159-165.
- 232 van Mantgem P.J., Stephenson N.L., Byrne J.C. et al. Widespread increase of tree mortality rates in the western United States // Science. - 2009. - Vol. 323. – P. 521-524.
- 233 Битвинкас Т. Дендроклиматические исследования / Dendroclimatological investigations. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974. - 172 p.
- 234 Вихров В.Е. Альбом микрофотографий древесины хвойных и лиственных пород СССР / под ред. В.П. Мальчевского. - Л., 1939. – С. 86.
- 235 Вихров В.Е., Протасевич Р.Т. Прирост древесины сосны в связи с условиями обитания и изменения погоды // В кн.: Экология древесных растений. - Минск, 1965. – С. 92-100.
- 236 Fritts H.S. Reconstructing large-scale climatic patterns from tree-ring data: A diagnostic analysis. – Tuscon; London: The University of Arizona, 1991. - P. 286.
- 237 Holmes R.L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurements // Tree-Ring Bull. - 1983. - Vol. 44. - P. 69-75.
- 238 Cook E.R. A time series analysis approach to tree-ring standartization: PhD Dissertation. – Tuscon; Arizona: University of Arizona, 1985. - P. 171.
- 239 Cook E., Briffa K., Shiyatov S., Mazepa V. Tree-ring standartization and growth-trend estimation // Methods of dendrochronology. – Dordrecht; Boston; London, 1990. - P. 104-123.

240 Bitvinskis T. Development and trends of dendrochronology in Lithuania // Proceedings of Internat. Conf. "Eurodendro-98": Dendrochronology and Environmental Trends. – Kaunas: Vytautas Magnus University, 1998. – P. 77-83.

241 Тишин Д.В. Дендрэкология (методика древесно-кольцевого анализа). – Казань: Казанский университет, 2011. – С. 33.

242 Rinn F. TSAP - Win - time series analysis and presentation: dendrochronology and related applications. - Heidelberg, 2003. - P. 91.

243 Лесная энциклопедия: в 2-х т. / под ред. Г.И. Воробьева; Н.А. Анучина, В.Г. Атрохина, В.Н. Виноградова и др. - М.: Советская энциклопедия, 1986. - Т. 2. – С. 631.

244 Pressler M.R. Der forstliche Zuwachsbohrer neuester Construction und dessen praktische Bedeutung und Anwendung für die forstliche Forschungs // Tharandter forstliches Jahrbuch. - 1866. - №17. – P. 137-210.

245 Алметов А.Н. Совершенствование конструкции бурава для извлечения кернов древесины из растущих деревьев различных пород: дис. канд. техн. наук: 05.21.01. – Йошкар-Ола, 2001. – С. 174.

246 Васильев А.С. и др. Круглые лесоматериалы как предмет труда при групповой окорке (интернет ресурс) // Инженерный вестник Дона. – 2012. - №4 // <http://ivdon.ru/magazine/archive/>.

247 Лесотаксационное оборудование компании Haglof Sweden // <http://www.haglof.ru>.

248 Brown P.M. A modified increment borer handle for coring in locations with obstructions // Tree-Ring Research. - 2007. - Vol. 63(1). – P. 61-62.

249 Chave J. Measuring wood density for tropical forest trees field manual // Sixth Framework Programme. – Toulouse, 2006. – P. 6.

250 Pressler M.R. Zum Zuwachsbohrer: Gebrauchsanweisung in Verbindung mit den Zuwachs- und Ertragstafeln 21-31 aus dem Forstlichen Hülfbuch für Schule und Praxis. - Tharand; Leipzig, 1883. - 54 p.

251 Методы исследования регистрирующих структур: рабочая программа / Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2007. – С. 27-29.

252 Benkova V., Schweingruber F.X. Anatomy of Russian woods: an atlas for the identification of trees, shrubs, dwarf shrubs and woody lianas from Russia. – Birmensdorf; Haupt; Bern; Stuttgart; Wien, 2004. - 456 p.

253 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Определение возрастного состава лесных насаждений в Катон-Карагайском национальном природном парке с помощью дендрохронологического метода // Вестник ГУ им. Шакарима. Серия биологическая. – Семей, 2015. - №2(70). - С. 101-105.

254 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Методика исследования анатомических срезов березы повислой (*Betula pendula* Roth. *Roth.*) в условиях Восточного Казахстана // Вестник ЕНУ им. Л. Гумилева. – Астана, 2015. - №2(105). - С. 225-231.

255 Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях лесостепи

Восточного Казахстана Вестник Евразийского национального университета им.Л. Гумилева/Астана: Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, № 6 (115), 2016. С.276-284

256 Royal Observatory of Belgium, Brussels // <http://www.sidc.be/silso/datafiles>.

257 Болботов Г.А., Кечайкин А.А., Шмаков А.И. Конспект флоры Катон-Карагайского ГНПП Труды Катон-Карагайского государственного национального природного парка. 2 Том /2022 С. 100-160

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Акт внедрения в учебный процесс

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

СОГЛАСОВАНО
Проректор по научной работе
и инновациям

Н. Ержанов
« 21 » 04 2017 г.



АКТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по академической
работе

Г. Ахметова
« 21 » 04 2017 г.

о внедрении завершенной научно-исследовательской работы «Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного Казахстана» авторами Абиловой Ш.Б., Жумадиной Ш.М. в учебный процесс.

Учебно-методический совет факультета химических технологий и естествознания в составе председателя заместителя декана по УР, к.б.н., ассоциированного профессора Амановой Г.К. и членов к.б.н., профессора кафедры БиЭ Каденовой А.Б. к.б.н., ассоциированного профессора каф. БиЭ Каниболоцкой Ю.М., к.б.н., ассоциированного профессора Толеужановой А.Т. составили настоящий акт о том, что в 2016 - 2017 учебном году на кафедре «Биология и экология» авторами Абиловой Ш.Б., Жумадиной Ш.М. внедрены результаты научно-исследовательской работы «Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного Казахстана» в учебный процесс к практическим занятиям по дисциплине «Дендрохронология» для специальности 6М060800 –Экология.


Форма внедрения (наименование нового курса, спецкурса, раздела лекций, лаб. работы, установки, учебного пособия, программное обеспечение и т.д.)	Объем внедрения (кол-во работ, лекц. час)	Наименование внедрения (краткое содержание внедренной работы, с указанием публикаций, заявок, докладов на конференциях)
Практическое занятие по дисциплине «Дендрохронология» для специальности 6М060800 Экология	4 часа	<p>Внедрение результатов НИР для дисциплины «Дендрохронология» по теме практического занятия «Измерение количественных характеристик годичных древесных колец» и «Процедура предварительной датировки годичных древесных колец», как метод познавательной деятельности магистрантов с использованием инновационной технологии в методике преподавания для данной дисциплины. В практических занятиях были использованы результаты НИР по методике измерения количественных характеристик радиального прироста деревьев на измерительном комплексе LINTAB 6.</p> <p>Опубликовано более 15 публикаций, выступления на конференциях, симпозиумах.</p> <p>В том числе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Sh. Zhantlessova., SH Zhumadina. The use of dendrochronological methods in the study of birch forest plantations in Kasakhstan. // Biosciences, Biotechnology research ASIA Vol.12 № 2, 2015. 2. Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М.

	<p>Определение возрастного состава лесных насаждений в Катон - Карагайском национальном природном парке с помощью дендрохронологического метода // Журнал «Вестник государственного университета имени Шакарима города Семей», 2015.- Том-1, № 1 (65).- С.159-162</p> <p>3. Жантлесова Ш.Б., Жумадина Ш.М. Возможности применения дендрохронологических методов для изучения изменчивости климатических условий в Казахстане // Сборника трудов с межд. индекс ISBN и (РИНЦ) «Теоретические и прикладные вопросы образования и науки», Томбов, 2014 г С.52-53.</p> <p>4. Камап Улыкпан, Жумадина Ш.М., Жантлесова Ш.Б., Буркитбаева У.Д. «Биологическоеразнообразии мезапедобионтов и дендрохронологическая характеристика некоторых лесообразующих пород горных районов Казахтанского Алтая». Монография. Павлодар, Изд. Кереку, 2016 г- 176 с.</p>
--	--

К акту приложены:

- выписка из заседания кафедры «Биология и экология» от «07» 04 2017 г., протокола № 9
- Рабочая программа, силлабус для магистрантов

Материалы к настоящему акту (указать) рассмотрены на заседании УМС факультета химических технологий и естествознания, протокол № от «18» 04 2017 г. протокол № 9

Председатель комиссии:  Аманова Г.К.

Члены комиссии:  Каденова А.Б.
 Каниболоцкая Ю.М.
 Толужанова А.Т.

Декан факультета  Ахметов К.К. «18» 04 2017 г.

подпись  Ахметов К.К.
 БББ БАСТЫҒЫНАЧАДЛЫҚ ОУҒА

Директор департамента научных исследований

А.К. Свидерский

Начальник учебно-методического отдела

А.Б. Темиргалиева

ПОДПИСЬ  Свидерского А.К.
 БББ БАСТЫҒЫНАЧАДЛЫҚ ОУҒА



Министерство образования и Науки
Республики Казахстан
Павлодарский государственный
Университет им. С. Торайгырова
факультет Химических технологий и
Естествознания

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА №

Заседания Учебно-методического совета факультета Химических технологий и
Естествознания

от « 18 » 04 2017г.

Аудитория 418

Всего членов Учебно-методического совета

Присутствовало - 10 чел.

Отсутствовало - ___ чел.

Председатель: к.б.н., ассоциированный профессор, зам. декана ФХТиЕ Аманова Г.К.

Секретарь УМС факультета: к.б.н., ассоциированный профессор кафедры биологии и
экологии Толеужанова А.Т.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Рассмотрение вопроса о внедрении результатов законченной НИР Абиловой Ш.Б.,
Жумадиной Ш.М. «Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula
pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного Казахстана» в учебный процесс по
дисциплине «Дендрохронология» для специальности 6М060800 – Экология.

СЛУШАЛИ: декан ФХТиЕ д.б.н., профессор Ахметов К.К. предложил к
вниманию членов УМС факультета ХТиЕ выписку из заседания кафедры биологии и
экологии о рассмотрении результатов НИР «Дендрохронологические исследования
берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного Казахстана»
Абиловой Ш.Б., Жумадиной Ш.М. для внедрения в учебный процесс к практическим
занятиям по дисциплине «Дендрохронология» для специальности 6М060800 –Экология.

Декан факультета отметил, что на кафедре имеется сертифицированная
лаборатория по дендрохронологии, где магистранты могут использовать результаты
НИР по данной дисциплине. Предлагаемые результаты НИР по дендрохронологии
является своевременным и актуальным, которые будут способствовать активации
учебного процесса. Следовательно, необходимо использовать результаты НИР для
учебного процесса и расширения научного поиска магистрантов по специальности
6М060800 Экология

ВЫСТУПИЛИ: зав. каф. географии и туризма к.п.н., доцент Есимова Д.Д. Предлагаю
результаты НИР Абиловой Ш.Б., Жумадиной Ш.М. «Дендрохронологические
исследования берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного
Казахстана» рекомендовать для внедрения в учебный процесс к практическим
занятиям по дисциплине «Дендрохронология» для специальности 6М060800 –Экология.

ВЫСТУПИЛИ: декан ФХТиЕ Ахметов К.К. Предлагаю рекомендовать
результаты НИР Абиловой Ш.Б., Жумадиной Ш.М. «Дендрохронологические
исследования берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного
Казахстана» для внедрения в учебный процесс по дисциплине «Дендрохронология».

Прошу проголосовать. Кто - за? Кто - против? Единогласно – за, 10 чел.

ПОСТАНОВИЛИ: рекомендовать результаты НИР Абиловой Ш.Б., Жумадиной
Ш.М. «Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*) в
условиях лесостепи Восточного Казахстана» для внедрения в учебный процесс по
дисциплине «Дендрохронология» для магистрантов специальности 6М060800 –
Экология.

Председатель:



Г.К.Аманова

Секретарь:



А.Т.Толеужанова

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Акт внедрения в производство

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
РГУ "Катон-Карагайский
ГНИИП"
Мустафин Е.К.
« 10 12 2017 г.



АКТ

о внедрении завершённой научно-исследовательской работы «Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях лесостепи Восточного Казахстана» и «Дендроклиматический анализ радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на северо-востоке Республики Казахстан» авторами Абиловой Ш.Б., Мапитовым Н.Б., Жумадиной Ш.М. в РГУ "Катон-Карагайский государственный национальный природный парк".

Настоящим актом подтверждается, что результаты научно-исследовательской работы по теме «Дендрохронологические исследования берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях лесостепи Восточного Казахстана» и по теме «Дендроклиматический анализ радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на северо-востоке Республики Казахстан», выполняемой в Павлодарском государственном университете им. С. Торайгырова в 2017 году внедрены в РГУ "Катон-Карагайский государственный национальный природный парк".

Вид внедрённых результатов – эффективность полученных данных с территории Восточного Казахстана позволило создать банк данных хронологий по древостоям берёзы повислой и сосны обыкновенной для дальнейшего использования в различных научных исследованиях.

Форма внедрения – разработка рекомендаций для выявления, поджогов, незаконных рубок лесных насаждений и оборота лесоматериалов (спилы, фрагменты спилов, керны, пиломатериалы, изделия из древесины).

Новизна результатов НИР – В результате проведенных исследований нами получены новые данные, имеющие теоретическое и практическое значение для лесных экосистем Восточного Казахстана. Впервые в данном регионе проведены дендрохронологические исследования по берёзе повислой и дендроклиматические исследования по сосне обыкновенной.

Генеральный директор
РГУ "Катон-Карагайский ГНИИП"



Научный руководитель: Ш.Б. профессор

Докторант

Докторант

Мустафин Е.К.



Жумадина Ш.М.

Абилова Ш.Б.

Мапитов Н.Б.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

РЕКОМЕНДАЦИИ К АКТУ О ВНЕДРЕНИИ

завершенной научно-исследовательской работы «Дендрохронологические исследования берёзы повислой (Betula pendula Roth.) в условиях лесостепи Восточного Казахстана» и «Дендроклиматический анализ радиального прироста сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) на северо-востоке Республики Казахстан»

авторами Абиловой Ш.Б., Жумадиной Ш.М., Мамитовым Н.Б. в РГУ "Катон-Карагайский государственный национальный природный парк".

Проведенные дендрохронологические исследования на территории РГУ "Катон-Карагайского государственного национального природного парка" позволяют нам сделать следующие выводы и рекомендации:

1 Для региона Восточного Казахстана построены 1600 индивидуальных и 10 обобщенных древесно-кольцевых хронологий различной длительности, в том числе по березе - более 1000 - индивидуальных и 6 - обобщенных, по хвойным деревьям (лиственница, ель, кедр, пихта) - более 600 индивидуальных и 4 обобщенных. На территории исследования произрастают старовозрастные деревья (береза и лиственница, пихта), датирующиеся XVIII веком, что позволило построить хронологии длительностью в 305 лет у пихты сибирской, 268 лет у лиственницы сибирской и 137 лет у березы повислой.

2 Обобщенные древесные кольцевые хронологии по одному виду древесных растений для соседних участков показывают высокую достоверную корреляцию и синхронность между собой, а также хорошо перекрестно датируются. Хвойные и лиственные виды, также хорошо коррелируются между собой.

3 В ходе исследований из 10 пробных площадей преобладающей породой является береза, у березового древостоя максимальный возраст составляет 137 лет, а минимальный 20 лет. У лиственницы максимальный возраст составляет 268 лет, а минимальный 16 лет. Также у пихты максимальный возраст составляет 305 лет, а минимальный 24 года. Средний максимальный диаметр древостоев составляет 114,8 см., а средний минимальный 47,1 см. По высоте древостоев максимальная средняя высота составляет 23,4 м., а минимальная средняя 7,6 м.

4 Установлено, что в возрастной структуре березовых насаждений в заметном дефиците молодые деревья около 7% и старовозрастные деревья всего 2%. При этом преобладают средневозрастные деревья от 30 до 70 лет, что свидетельствует об относительной молодости березовых насаждений.

5 Анатомическое строение годичных колец у изученных лиственных сложно построена, не имеет гнили, в ней преобладает либриформа

значительно превышающий объем сосудистой ткани. Волокна либриформа увеличиваются в направлении от сердцевины ствола к коре, т.е. с возрастом дерева. Следовательно, древесина березы повислой в районе исследований характеризуется довольно хорошим качеством. Также исследуемые деревья имеют сходные анатомические параметры и хорошо коррелируют между собой не смотря на значительное удаленное расстояние между площадками.

6 Многолетние циклические колебания атмосферных осадков оказывают значительное влияние на формирование годового прироста березы повислой, где наблюдается синхронная корреляция прироста. Положительное влияние на изменчивость прироста оказывают осадки июня и августа. Анализ влияния климатических условий показал значимую связь с летними осадками, выступающими лимитирующими факторами на территории Восточного Казахстана. Установлена связь прироста деревьев с многолетними циклическими колебаниями солнечной активности. Анализ зависимостей между индексами прироста древесины и солнечной активностью выявил умеренную тесноту синхронности, а также значительную связь с приростом березы повислой. Анализ влияния климатических условий температуры воздуха показал отрицательное влияние на формирование годового прироста березы повислой в районе исследования, это можно объяснить тем, что при высокой температуре воздуха идет большое испарение влаги с поверхности крон деревьев.

7 Результаты наших исследований могут быть использованы при прогнозировании прироста березы повислой в лесостепной зоне и для сравнительного анализа влияния климатических факторов на древесную растительность. Дендрохронологические исследования их анализ и сопоставления полученных хронологий на территории Алтая показали, что хронологии основных площадок отражают общий региональный климатический сигнал, что позволяет создать банк данных хронологий по древостоям березы повислой и сосны обыкновенной для дальнейшего использования в различных научных исследованиях, а также открывает перспективы для построения обобщенной региональной древесно-кольцевой хронологии по Алтайскому региону на территории Республики Казахстан.

Вид внедрённых результатов – эффективность полученных данных с территории Восточного Казахстана позволило создать банк данных хронологий по древостоям березы повислой и сосны обыкновенной для дальнейшего использования в различных научных исследованиях.

Форма внедрения – разработка рекомендаций для выявления, поджогов, незаконных рубок лесных насаждений и оборота лесоматериалов (спилов, фрагменты спилов, керны, пиломатериалы, изделия из древесины).

Новизна результатов научно-исследовательской работы – в результате проведенных исследований нами получены новые данные, имеющие


теоретическое и практическое значение для лесных экосистем Восточного Казахстана. Впервые в данном регионе проведены дендрохронологические исследования по березе повислой и дендроклиматические исследования по сосне обыкновенной.

Таким образом дендрохронологические исследования в Катон - Карагайском национальном природном парке березовых и других древостоев имеют огромное значение для выявления влияния климатических факторов таких как осадки, температура воздуха и солнечная активность на прирост древесины.

Годичные кольца деревьев дают нам возможность точного определения возраста деревьев, динамику изменения прироста древесины. В настоящее время в Казахстане активно развивается данное научно – исследовательское направление. Преимуществом развития данного научного направления в Казахстане, заключается в огромной территории страны, разнообразием природных условий и объектов, что определяет востребованность исследований в Республике Казахстан и в мировом научном сообществе в области дендроклиматологии и дендрохронологии.

Научный руководитель: д.б.н., профессор  Жумадина Ш.М.

Докторант

 Абилова Ш.Б.

Докторант

 Мапитов Н.Б.



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Акт внедрения в производство

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Баянаульского
государственного
национального природного
парка Ахметжанов С. Б.
« 26 » 04 2017 г.

АКТ

о внедрении завершённой научно-исследовательской работы «Дендроклиматический анализ радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) на северо-востоке Республики Казахстан» и «Дендрохронологические исследования березы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного Казахстана» авторами Мапитовым Н.Б., Абиловой Ш.Б., Жумадиной Ш.М. в Баянаульский государственный национальный природный парк.

Настоящим актом подтверждается, что результаты научно-исследовательской работы по теме «Дендроклиматический анализ радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) на северо-востоке Республики Казахстан» и по теме «Дендрохронологические исследования березы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях лесостепи Восточного Казахстана», выполняемой в Павлодарском государственном университете им. С. Торайгырова в 2017 г. внедрены в Баянаульский государственный национальный природный парк.

Вид внедрённых результатов – эффективность полученных данных с территории Баянаульского государственного национального природного парка выявило аномальные клеточные структуры сосны обыкновенной и березы повислой для выявления причин изменения климата.

Форма внедрения – полученные базы данных обобщенных древесных хронологий по Баянаульскому государственному национальному природному парку с помощью дендрохронологического и дендроклиматического метода, разработка рекомендаций для выявления, поджогов, незаконных рубок лесных насаждений и оборота лесоматериалов (спилы, фрагменты спилов, керны, пиломатериалы, изделия из древесины).

Новизна результатов НИР – впервые в Баянаульском государственном национальном природном парке были проведены дендроклиматические исследования по выявлению аномальных клеточных структур сосны обыкновенной и березы повислой (светлые, ложные и выпадающие кольца).

Директор
Баянаульского государственного
национального природного парка



Ахметжанов С.Б.

Научный руководитель: д.б.н., профессор

Жумадина Ш.М.

Докторант

Мапитов Н. Б.

Докторант

Абилова Ш.Б.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Средняя месячная температура воздуха, °С

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1932	-12	-9,1	-4,4	5	8,7	13,7	18,4	12,6	8,9	4	-5,9	-13,1
1933	-17,4	-14,8	-7,3	5,7	10,2	14,7	16,7	15,3	8,3	-0,2	-5,8	-10
1934	-16,9	-8,9	-9,1	-2,5	10,8	16,5	15,3	15,7	5,7	2,4	-10,3	-12
1935	-15,2	-9,3	-5	2,2	10,4	17,5	17,6	16,1	11,1	2,7	-14,4	-20,8
1936	-17,6	-14,2	-9,6	-1	6,5	14,8	16	12,6	9,5	7,3	-7,4	-13,2
1937	-17,6	-12,5	-11,2	-0,4	10,4	14	15,6	13,7	10	3,1	-10,8	-15,3
1938	-13,9	-10,5	-4,9	6,7	9,8	12,2	16,5	13,9	7,2	0,8	-4,3	-17,9
1939	-15,1	-8,2	-8,9	4,7	9,0	14,6	16,6	15,0	10,8	0,0	-9,6	-8,6
1940	-15,3	-11,5	-4,8	4,2	8,9	15,1	18,3	15,2	6,7	1,4	-7,5	-7,5
1941	-11,2	-13,5	-5,0	2,6	9,9	15,9	15,4	14,7	9,6	4,3	-7,2	-9,0
1942	-11,0	-17,6	-4,2	1,5	7,2	15,3	15,1	14,3	10,3	1,9	-3,5	-11,9
1943	-13,5	-12,7	-8,9	4,1	10,4	13,1	17,0	16,5	9,7	0,7	-10,8	-11,8
1944	-13,1	-9,4	-1,9	3,5	9,5	15,2	15,2	15,3	8,9	1,4	-12,7	-19,9
1945	-15,6	-17,5	-8,4	5,6	13,6	16,2	16,1	16,4	9,7	4,8	-9,4	-11,1
1946	-13,6	-7,7	-12,2	3,5	8,1	11,9	15,9	12,3	7,8	5,2	-8,2	-16,1
1947	-16,6	-14,2	-5,0	4,9	8,9	13,2	14,4	13,2	9,3	2,7	-6,3	-15,3
1948	-11,1	-13,0	-3,5	3,6	8,9	12,8	18,2	14,7	9,4	2,9	-8,3	-11,5
1949	-12,6	-10,1	-8,0	5,3	9,0	13,9	14,8	16,8	6,7	3,0	-11,3	-18,9
1950	-12,0	-13,2	-6,7	-2,1	10,6	14,4	16,9	14,1	9,5	1,4	-13,4	-16,5
1951	-14,4	-19,3	-9,9	3,4	12,2	15,4	18,1	13,1	11,3	2,2	-8,8	-7,2
1952	-13,0	-15,2	-6,3	0,3	10,5	13,5	16,5	15,9	10,3	0,3	-15,6	-13,5
1953	-13,3	-10,0	-5,2	2,5	12,1	15,9	18,2	14,3	14,2	1,0	-9,2	-11,2
1954	-14,7	-12,6	-8,0	1,5	4,9	13,3	14,3	15,4	10,3	3,5	-10,9	-19,3
1955	-13,2	-12,9	-8,6	-0,5	11,7	17,8	16,7	16,5	8,6	1,9	-3,0	-10,8
1956	-17,7	-14,1	-8,5	3,2	10,0	11,3	17,0	15,3	9,6	3,8	-4,7	-13,0
1957	-15,5	-16,0	-6,8	-0,4	7,1	15,9	14,5	13,2	10,9	2,6	-6,2	-9,4
1958	-13,6	-10,1	-8,2	0,2	8,4	10,3	15,1	15,0	9,3	2,5	-7,6	-10,6
1959	-12,9	-10,5	-4,5	3,2	8,1	14,6	15,6	14,7	12,3	2,4	-12,6	-16,9
1960	-14,1	-10,7	-10,3	-0,4	6,5	13,2	13,9	14,0	9,2	0,7	-9,7	-13,2
1961	-14,9	-11,5	-5,8	6,9	9,9	11,7	14,8	13,5	9,5	-3,4	-5,6	-11,9
1962	-13,1	-10,3	-4,1	3,9	13,0	15,6	17,2	17,2	11,8	2,4	-10,2	-10,2
1963	-8,9	-7,1	0,4	-1,8	9,6	14,2	17,3	15,6	8,1	1,9	-4,9	-10,6
1964	-11,9	-18,0	-7,0	1,2	9,0	15,1	16,6	14,8	9,9	-2,1	-3,9	-12,7
1965	-13,0	-10,8	-5,5	3,4	12,5	15,5	19,6	14,5	9,5	2,5	-5,1	-13,7

1966	-14,1	-12,9	-8,0	-2,3	8,3	14,9	16,0	15,7	14,0	0,9	-10,8	-19,5
1967	-14,2	-12,2	-6,0	4,3	12,9	14,3	15,4	12,3	8,0	2,8	-10,4	-9,2
1968	-12,7	-12,9	-1,5	0,9	11,8	15,5	16,2	15,0	5,7	1,9	-9,5	-15,0
1969	-23,0	-22,3	-8,4	2,9	7,7	14,6	17,2	11,8	7,8	1,1	-6,1	-11,6
1970	-12,8	-10,7	-9,6	3,2	8,3	13,4	15,2	14,5	9,9	1,1	-7,3	-13,1
1971	-13,7	-14,0	-9,4	3,5	8,2	14,5	15,1	13,9	10,0	4,9	-3,3	-7,5
1972	-13,8	-17,4	-6,9	5,1	9,3	14,6	13,3	14,1	7,8	0,8	-5,3	-13,2
1973	-11,7	-13,4	-6,0	4,6	8,0	15,2	15,7	14,7	10,4	2,3	-2,3	-7,1
1974	-15,5	-17,0	-9,3	5,2	12,8	16,2	20,3	17,1	8,5	0,1	-8,6	-16,3
1975	-11,2	-9,7	-4,3	-0,2	7,5	14,2	17,8	14,7	9,3	2,2	-8,9	-10,6
1976	-8,3	-12,3	-9,1	2,9	11,7	16,6	14,9	15,1	9,3	-0,3	-10,3	-16,5
1977	-18,5	-12,7	-6,7	4,7	9,8	17,4	16,7	14,3	11,8	2,8	-4,7	-10,2
1978	-13,4	-13,1	-5,3	5,6	9,7	16,2	17,5	12,4	12,2	3,1	-4,7	-8,3
1979	-16,1	-9,1	-9,7	-0,8	9,6	15,1	17,2	14,6	9,8	4,0	-9,6	-9,1
1980	-13,6	-11,2	-8,5	2,2	12,2	13,4	15,8	16,3	10,8	2,6	-3,1	-9,9
1981	-12,1	-12,4	-2,7	5,4	12,7	17,5	16,3	15,5	9,8	0,3	-7,7	-9,7
1982	-10,2	-8,8	-7,7	6,4	11,7	16,6	16,6	14,9	10,4	3,9	-6,5	-11,0
1983	-9,9	-8,9	-1,7	2,3	7,6	14,0	16,3	15,3	7,8	4,1	-1,8	-10,7
1984	-15,0	-17,4	-6,4	-0,4	9,7	13,4	14,5	14,8	9,5	2,0	-8,5	-21,4
1985	-13,1	-12,6	-10,9	3,8	8,4	11,8	16,2	14,5	9,7	1,8	-7,0	-11,8
1986	-11,7	-13,3	-6,8	1,7	11,0	13,4	17,7	14,9	11,2	0,4	-8,7	-10,4
1987	-10,0	-9,1	-9,1	1,4	9,4	12,1	17,3	16,1	9,4	-3,0	-11,2	-9,5
1988	-13,4	-17,7	-7,1	3,4	7,9	14,3	15,9	14,4	12,2	1,7	-0,7	-6,7
1989	-10,1	-12,7	-3,2	2,2	10,1	13,6	17,7	16,3	10,6	3,6	-7,5	-8,7
1990	-13,9	-11,2	-3,5	3,9	11,6	16,5	16,2	13,6	10,6	4,3	-5,2	-9,3
1991	-12,5	-13,0	-8,9	3,9	11,2	16,5	18,1	15,0	10,8	4,9	-5,1	-10,1
1992	-8,4	-9,9	-8,6	3,6	10,4	13,4	17,6	13,0	5,6	2,7	-4,3	-9,9
1993	-11,3	-9,2	-4,6	2,1	7,6	13,7	16,1	14,5	8,9	2,1	-11,7	-11,9
1994	-13,7	-13,6	-5,2	2,4	9,9	16,2	17,1	14,0	7,5	1,7	-1,8	-10,1
1995	-13,2	-9,1	-5,7	4,1	8,5	13,2	16,9	15,6	10,6	3,1	-2,2	-9,7
1996	-17,8	-10,9	-7,8	1,0	10,6	14,4	18,2	15,4	9,2	0,8	-9,4	-11,4
1997	-10,3	-11,5	-1,1	10,5	12,6	16,1	17,3	14,9	12,3	8,3	-10,3	-12,2
1998	-15,8	-8,4	-7,0	1,5	10,3	16,3	17,6	18,3	10,2	3,7	-6,3	-11,5
1999	-13,2	-6,5	-13,1	2,6	12,7	14,1	18,6	16,4	9,0	4,0	-5,0	-8,7
2000	-14,1	-10,2	-4,3	6,9	10,9	15,1	16,9	16,4	11,7	-1,5	-11,6	-11,2
2001	-16,6	-11,4	-4,7	2,2	12,6	16,0	15,6	16,2	8,8	2,4	-2,4	-15,8
2002	-8,5	-7,4	-1,6	2,5	10,3	14,9	16,2	16,9	10,8	2,9	-3,9	-13,2
2003	-10,1	-10,2	-6,3	0,7	10,9	16,3	15,0	15,3	нд	3,8	-8,3	-10,5
2004	-12,8	-8,0	-6,9	4,1	12,3	15,4	16,8	15,3	9,4	3,0	-4,3	-11,6
2005	-16,4	-17,4	-0,7	4,3	10,0	15,1	17,8	15,5	11,0	4,7	-6,9	-12,1

2006	-17,3	-9,5	-4,5	2,4	9,3	15,9	16,7	14,3	11,1	2,9	-1,3	-9,4
2007	-9,8	-8,1	-5,8	7,2	9,9	14,6	18,2	15,8	11,7	1,6	-3,9	-11,4
2008	-18,0	-13,0	-0,1	4,0	13,0	17,4	19,6	16,6	8,9	3,9	-3,6	-11,9
2009	-11,4	-14,9	-4,2	5,7	10,1	11,3	16,0	14,7	9,5	3,1	-6,4	-14,6
2010	-15,1	-17,9	-8,3	0,7	8,5	15,7	16,3	15,8	10,7	4,3	-3,6	-13,7
2011	-19,6	-11,5	-7,2	6,9	10,2	16,5	17,3	16,9	11,2	4,5	-2,7	-15,6
2012	-18,9	-12,8	-4,9	11,1	16,3	18,7	23,0	19,6	12,9	4,7	-1,3	-20,4
2013	-17,6	-18,5	-3,6	9,6	14,0	19,4	21,3	20,1	15,6	6,7	-2,6	-19,0
2014	-15,6	-16,3	-6,9	3,1	16,6	21,2	24,3	21,4	15,4	4,4	-15,1	-19,6

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Среднее месячное количество осадков, мм

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1932	14	7	7	6	68	69	103	72	33	29	30	10
1933	12	11	14	4	31	48	54	75	17	8	57	25
1934	6	7	5	4	10	20	65	60	91	21	29	12
1935	5	2	24	22	54	33	73	31	12	70	25	21
1936	12	5	10	20	67	70	56	61	21	16	82	9
1937	15	11	24	39	90	121	91	39	39	38	20	50
1938	12	13	5	34	146	69	94	51	52	46	40	35
1939	18	5	9	3	148	59	78	40	21	28	32	29
1940	33	12	16	55	56	35	26	73	48	82	42	52
1941	33	24	41	35	41	40	83	99	73	18	23	34
1942	9	10	15	36	75	48	73	98	31	74	16	25
1943	8	14	6	22	43	89	13	52	28	68	20	22
1944	12	11	18	56	79	62	78	38	58	38	56	16
1945	11	9	15	12	26	25	74	14	26	54	30	24
1946	22	22	29	56	74	106	67	150	101	123	50	39
1947	23	28	25	46	92	72	105	130	53	22	44	37
1948	20	16	25	55	57	69	36	15	49	32	24	34
1949	26	20	10	14	83	49	39	17	46	39	59	43
1950	26	1	6	45	85	51	46	93	39	12	49	18
1951	17	14	13	6	49	46	20	57	23	69	15	22
1952	18	6	13	59	54	86	90	52	33	28	19	10
1953	14	27	31	26	16	65	44	32	30	50	21	26
1954	9	6	17	38	82	94	85	22	38	22	38	29
1955	8	13	11	43	23	16	81	32	67	17	10	14
1956	7	11	12	32	72	110	29	108	55	25	7	27
1957	6	10	21	69	33	51	91	91	10	55	29	14
1958	14	24	17	30	49	84	77	90	61	21	20	17
1959	7	5	12	53	22	43	86	82	16	22	38	12
1960	61	46	21	21	48	90	100	37	17	40	31	43
1961	14	7	11	9	101	94	134	124	48	51	38	24
1962	6	5	17	17	30	64	50	15	24	39	18	11
1963	7	8	17	22	38	81	53	44	21	50	42	14
1964	3	1	26	37	49	55	107	35	29	49	21	44
1965	19	4	10	20	28	58	23	80	34	57	36	40
1966	49	63	26	32	70	125	63	31	10	47	57	17
1967	9	16	18	10	23	66	70	77	28	41	11	1

1968	6	5	33	21	20	16	107	27	52	22	90	36
1969	3	6	7	16	106	122	133	45	91	58	14	6
1970	8	5	8	53	68	35	42	39	29	22	16	18
1971	29	7	20	33	101	51	118	55	36	25	13	19
1972	16	7	12	34	74	54	91	23	37	34	23	30
1973	10	34	7	25	62	52	56	47	43	35	23	2
1974	12	35	16	43	9	28	18	24	66	35	30	6
1975	6	8	9	49	42	25	61	32	49	32	23	5
1976	6	23	7	32	18	22	79	47	69	57	9	18
1977	3	27	8	9	81	32	64	65	27	41	26	31
1978	15	11	10	50	13	83	32	50	27	33	18	34
1979	22	21	7	17	65	29	68	82	34	48	40	19
1980	10	4	12	31	36	124	43	51	30	21	42	10
1981	15	6	15	40	19	39	67	22	42	26	15	12
1982	17	5	20	14	57	49	49	68	59	69	35	30
1983	9	6	9	19	135	44	56	64	55	26	47	16
1984	12	11	12	23	78	92	96	31	59	41	29	8
1985	5	4	5	22	75	64	49	58	24	62	45	12
1986	15	11	8	23	54	52	33	60	38	60	16	22
1987	15	28	7	44	98	82	56	35	106	37	44	27
1988	15	10	5	22	117	31	71	72	47	30	7	12
1989	9	13	2	17	38	47	39	28	56	49	13	29
1990	21	11	22	19	59	22	67	62	19	37	37	25
1991	17	8	17	3	24	31	73	49	35	40	31	26
1992	15	7	6	56	63	38	53	93	70	9	14	19
1993	3	21	28	47	33	128	43	53	37	21	15	11
1994	23	17	9	45	142	26	59	73	38	20	43	21
1995	7	7	27	41	90	70	56	68	30	46	6	13
1996	13	8	9	36	49	72	39	38	65	53	37	32
1997	16	7	19	2	25	64	40	46	10	3	34	26
1998	7	20	9	53	50	92	73	30	37	23	44	19
1999	17	5	18	48	22	128	30	68	73	75	25	12
2000	14	6	18	27	90	41	48	37	35	49	29	29
2001	36	14	24	84	30	55	96	81	41	31	13	6
2002	23	19	22	48	68	40	98	32	15	24	20	18
2003	15	12	10	16	39	52	64	24	нд	67	16	27
2004	7	9	31	37	41	61	80	36	61	20	24	23
2005	10	12	5	34	46	94	29	56	17	24	55	16
2006	14	25	18	70	39	28	41	48	44	42	13	20
2007	8	17	13	29	144	71	78	15	16	38	9	12

2008	3	13	17	47	9	31	31	49	68	37	12	16
2009	22	26	19	39	64	105	39	60	61	51	44	44
2010	25	18	27	25	48	66	62	74	17	28	60	27
2011	5	11	21	17	35	51	35	27	24	25	58	21
2012	5,0	3,5	14,7	30,5	28,2	83,3	85,2	92,6	14,3	64,0	29,5	14,4
2013	17,3	20,6	49,0	33,1	66,0	55,6	92,9	123	32,5	65,1	25,6	17,6
2014	15,2	6,2	27,5	33,4	63,1	93,0	54,8	32,6	11,6	45,0	30,2	14,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
Среднемесячное значение чисел Вольфа, W

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1930	108.8	83.1	58.4	63.7	61.4	48.0	36.5	41.5	53.5	57.2	59.4	43.0
1931	24.4	71.8	50.1	52.0	40.8	25.5	29.0	21.6	31.7	16.6	31.2	29.7
1932	20.1	17.6	18.8	18.7	29.7	36.9	16.0	11.3	6.6	14.8	13.7	18.5
1933	20.4	36.9	16.8	4.9	5.3	8.7	4.7	0.4	8.5	5.0	1.0	0.4
1934	5.7	12.9	7.2	18.8	32.9	11.2	15.3	13.9	6.7	9.5	14.5	25.7
1935	31.1	34.1	38.5	20.4	45.4	76.2	56.5	50.2	70.1	88.7	107.0	102.5
1936	104.7	123.9	128.4	124.8	90.9	116.7	87.2	145.0	126.7	148.2	192.3	205.6
1937	220.9	214.1	139.7	182.2	194.4	217.1	241.8	229.5	167.9	208.2	123.9	147.9
1938	164.0	198.6	144.2	168.4	212.3	162.6	275.6	192.8	149.3	165.3	203.6	154.7
1939	133.9	129.0	107.8	181.9	197.3	168.3	162.6	176.3	187.7	146.9	113.7	70.2
1940	84.1	99.1	138.9	101.1	90.6	139.8	112.5	175.9	110.8	91.5	97.4	113.8
1941	76.1	74.3	77.5	54.6	49.0	99.6	111.4	100.1	109.8	77.2	64.0	56.2
1942	59.5	87.9	90.4	101.2	41.8	18.9	29.6	33.7	28.7	32.0	51.3	37.6
1943	20.7	48.1	45.7	43.5	23.6	12.7	22.0	32.3	16.7	13.0	17.0	31.4
1944	6.1	0.8	18.3	0.4	4.1	8.2	8.5	27.9	23.7	28.1	17.9	47.4
1945	30.8	21.2	35.9	53.4	51.0	60.2	71.0	43.1	58.1	114.5	76.6	45.7
1946	79.3	143.8	127.7	126.1	141.6	122.6	193.7	178.7	157.4	170.5	206.3	202.9
1947	163.7	188.9	183.8	212.1	285.0	232.1	223.5	267.4	239.9	231.7	181.3	164.9
1948	153.6	122.0	134.3	268.5	246.4	237.5	201.4	223.7	202.9	192.9	135.6	195.3
1949	168.6	258.0	223.0	208.1	150.4	172.4	178.3	175.3	205.8	186.3	203.2	166.6
1950	143.9	134.3	155.4	160.6	150.5	118.3	128.9	120.6	72.7	87.0	77.7	76.7
1951	85.0	84.8	79.3	131.7	153.7	142.4	87.2	86.5	117.7	73.3	74.2	65.0
1952	57.9	32.4	31.5	41.7	33.6	52.0	56.1	77.8	40.4	34.2	31.8	48.9
1953	37.9	5.9	14.7	39.6	18.3	31.5	12.7	33.6	28.0	12.3	2.5	3.9
1954	0.4	0.8	15.8	2.7	1.2	0.4	7.3	12.6	2.3	10.5	13.4	11.3
1955	33.4	29.9	7.3	16.4	41.3	45.2	38.2	58.0	60.8	83.0	126.3	108.8
1956	104.1	175.6	167.7	156.7	193.4	165.1	182.7	240.2	245.4	219.9	285.0	272.0
1957	233.7	184.5	222.8	248.0	233.0	284.3	265.1	223.7	334.0	359.4	298.6	339.0
1958	286.7	233.6	270.0	277.6	248.2	242.9	271.0	283.5	285.1	256.9	215.6	265.7
1959	307.7	202.6	263.0	231.3	243.6	238.9	211.9	282.6	205.6	157.7	175.6	177.1
1960	207.2	149.9	144.6	172.7	169.3	156.0	172.4	190.0	180.1	117.3	126.9	121.2

1961	82.1	65.4	75.2	86.9	72.3	109.5	99.3	79.2	90.1	53.7	46.5	56.9
1962	55.1	71.7	64.9	65.9	61.9	59.6	31.4	31.5	72.7	56.1	38.8	33.2
1963	28.7	35.2	24.8	41.7	61.1	51.2	28.7	47.5	55.2	50.1	33.7	21.6
1964	22.6	25.3	24.1	12.9	14.3	13.5	4.8	13.8	7.0	9.2	11.1	22.1
1965	25.4	20.8	17.5	10.2	34.5	23.3	17.3	13.3	24.5	29.1	22.8	24.7
1966	40.3	35.3	36.4	69.0	64.2	67.7	80.2	72.6	71.1	81.2	81.0	99.8
1967	157.0	132.6	158.3	98.4	122.5	95.4	129.5	151.8	108.7	125.0	133.6	179.0
1968	172.5	158.5	130.5	115.0	180.0	156.2	136.2	154.8	166.0	152.5	121.7	155.5
1969	147.8	170.5	192.3	151.1	169.9	150.1	137.1	138.8	129.3	135.4	132.4	138.6
1970	157.9	180.8	145.7	155.1	180.5	151.3	159.3	131.7	140.8	122.6	134.8	118.2
1971	129.2	111.8	85.9	101.6	81.5	70.7	114.7	87.0	71.3	73.4	89.5	116.5
1972	87.0	125.3	113.5	89.6	113.9	124.7	108.3	108.9	90.7	86.9	59.2	64.3
1973	61.8	60.9	65.4	81.8	60.3	56.1	33.2	36.6	84.1	43.7	34.3	33.3
1974	39.4	37.3	30.9	57.5	56.3	51.5	79.1	47.9	57.2	67.2	35.9	29.6
1975	27.3	16.7	16.9	7.7	13.1	16.7	40.4	56.7	20.3	13.6	27.9	11.6
1976	11.9	6.4	31.5	27.3	18.2	17.9	2.9	24.1	20.0	29.7	7.9	22.3
1977	23.8	33.3	13.0	19.0	27.0	54.9	30.6	43.0	62.4	62.1	41.6	61.4
1978	73.7	132.6	108.4	141.2	117.1	134.6	99.7	82.4	195.7	177.1	138.5	173.9
1979	235.9	194.7	195.3	143.7	190.3	211.7	225.7	201.4	266.9	263.6	259.5	249.6
1980	226.1	219.4	178.7	232.2	254.7	222.7	192.9	191.7	219.6	233.3	209.5	246.9
1981	156.6	189.9	196.6	225.3	194.7	131.6	205.3	242.5	245.3	216.2	186.0	195.4
1982	149.8	230.9	221.1	170.3	119.3	163.7	139.4	161.9	167.4	134.3	127.5	169.0
1983	115.5	73.1	88.7	109.6	132.5	131.5	108.9	96.0	69.9	72.5	45.7	45.6
1984	74.8	110.2	116.7	90.4	96.9	65.1	55.7	35.0	22.6	12.6	26.5	21.4
1985	17.8	20.7	16.9	20.4	32.4	28.3	39.9	10.1	4.3	22.0	17.9	15.8
1986	2.8	27.9	13.8	22.4	16.1	0.6	18.1	9.9	5.1	40.1	15.4	5.8
1987	9.8	3.4	17.4	46.0	39.1	18.8	38.2	47.9	42.2	63.4	48.8	29.1
1988	70.5	45.4	91.2	108.8	74.2	124.3	131.4	139.4	142.7	156.5	156.8	231.2
1989	210.1	208.7	170.4	166.3	195.4	284.5	180.5	232.0	225.1	212.2	238.2	211.4
1990	227.4	171.8	191.7	189.7	175.2	153.3	191.1	252.1	169.1	199.4	178.8	197.1
1991	195.3	240.3	197.0	197.6	166.9	224.7	240.2	240.8	168.9	197.1	159.5	212.6
1992	198.3	230.7	151.0	142.2	94.3	98.5	114.2	91.9	94.0	133.4	129.6	122.0
1993	81.4	127.8	102.4	94.4	78.8	69.6	80.4	62.5	31.2	71.1	48.2	68.4
1994	84.9	54.9	47.5	27.4	29.8	39.7	50.6	34.3	40.5	67.1	29.5	32.2
1995	32.6	45.8	46.3	21.6	19.4	22.5	20.4	18.2	15.7	30.6	14.0	14.9
1996	13.3	7.7	12.6	6.8	7.6	16.5	11.8	19.7	3.0	0.7	24.9	14.0
1997	7.4	11.0	12.1	23.0	25.4	20.8	12.9	35.7	59.7	32.8	50.4	55.5
1998	44.5	50.2	82.0	70.6	74.0	90.5	96.7	121.1	132.0	78.5	97.3	119.2

1999	86.0	98.0	103.5	93.6	149.6	207.2	173.5	142.3	106.3	168.7	188.3	116.8
2000	133.1	165.7	217.7	191.5	165.9	188.0	244.3	180.5	156.0	141.6	158.1	143.3
2001	142.6	121.5	165.8	161.7	142.1	202.9	123.0	161.5	238.2	194.1	176.6	213.4
2002	184.6	170.2	147.1	186.9	187.5	128.8	161.0	175.6	187.9	151.2	147.2	135.3
2003	133.5	75.7	100.7	97.9	86.8	118.7	128.3	115.4	78.5	97.8	82.9	72.2
2004	60.6	74.6	74.8	59.2	72.8	66.5	83.8	69.7	48.8	74.2	70.1	28.9
2005	48.1	43.5	39.6	38.7	61.9	56.8	62.4	60.5	37.2	13.2	27.5	59.3
2006	20.9	5.7	17.3	50.3	37.2	24.5	22.2	20.8	23.7	14.9	35.7	22.3
2007	29.3	18.4	7.2	5.4	19.5	21.3	15.1	9.8	4.0	1.5	2.8	17.3
2008	4.1	2.9	15.5	3.6	4.6	5.2	0.6	0.3	1.2	4.2	6.6	1.0
2009	1.3	1.2	0.6	1.2	2.9	6.3	5.5	0.0	7.1	7.7	6.9	16.3
2010	19.5	28.5	24.0	10.4	13.9	18.8	25.2	29.6	36.4	33.6	34.4	24.5
2011	27.3	48.3	78.6	76.1	58.2	56.1	64.5	65.8	120.1	125.7	139.1	109.3
2012	94.4	47.8	86.6	85.9	96.5	92.0	100.1	94.8	93.7	76.5	87.6	56.8
2013	96.1	60.9	78.3	107.3	120.2	76.7	86.2	91.8	54.5	114.4	113.9	124.2
2014	117.0	146.1	128.7	112.5	112.5	102.9	100.2	106.9	130.0	90.0	103.6	112.9

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Видовой состав древесных растений пробных площадей собранных путем бурения на территории ККГНПП.

Площадка В-1

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкуренция (К)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	102	22.6	1	1	С одного корня растет 3 ствола
2.	Betula pendula	102	20.3	1	2	Растет одиноко
3.	Betula pendula	100	20.4	1	3	С одного корня растет 3 ствола
4.	Betula pendula	108	26.5	3	1	Растет одиноко.
5.	Betula pendula	69	19.3	2	1	С одного корня растет 3 ствола
6.	Betula pendula	62	22.4	2	1	Растет одиноко
7.	Betula pendula	122	22.2	1	1	Растет одиноко
8.	Betula pendula	90	28.1	2	3	На высоте склона
9.	Betula pendula	116	20.6	1	2	Растет одиноко
10.	Betula pendula	92.5	20.7	1	3	На высоте склона
11.	Betula pendula	97	26	3	1	Растет одиноко
12.	Betula pendula	106	21	3	1	Растет одиноко
13.	Betula pendula	92	22	1	2	С одного корня растут 3 дерева, на высоте склона
14.	Betula pendula	94	24.9	1	2	Усыхает, растет одиноко, имеются только верхние ветви
15.	Betula pendula	76	22	3	1	Растет одиноко, с одного корня растут 3 дерева
16.	Betula pendula	94	27	1	2	Растет одиноко, с одного корня растут 3 дерева
17.	Betula pendula	130	21.6	1	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
18.	Larix sibirica	99	24.1	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
19.	Betula pendula	52	26.2	1	2	С одного корня растут 2 ствола
20.	Betula pendula	95	32.1	3	1	Имеются только верхние ветви
21.	Betula pendula	81	25.5	1	1	С одного корня растут 2 ствола
22.	Betula pendula	111	24	3	1	Нижние ветви сухие рядом растет сосна

23.	Betula pendula	96	23.1	2	1	Растет одиноко
24.	Betula pendula	80	25.5	2	1	С одного корня 2 дерева
25.	Betula pendula	123	23.1	3	1	С одного корня 2 ствола, нижние ветви сухие
26.	Betula pendula	119	22.1	3	1	Растет одиноко, в березовой роще
27.	Betula pendula	108	26.4	3	1	Растет одиноко, ветви редкие
28.	Betula pendula	144	24	3	1	С одного корня растет 2 ствола, нижних веток нет
29.	Betula pendula	95	22.4	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
30.	Betula pendula	124	21.7	2	1	Растет одиноко
31.	Betula pendula	83	22.6	1	3	Рядом растут кусты малины
32.	Betula pendula	74	18.6	1	3	Растет одиноко, с одного ствола растет 2 дерева
33.	Betula pendula	80	23.1	1	2	С одного корня растет 3 дерева
34.	Betula pendula	106	20.7	3	1	С одного корня 2 дерева
35.	Betula pendula	80	23.4	3	1	Растет одиноко
36.	Betula pendula	83	19.3	1	2	Растет одиноко, рядом растут кустарники
37.	Betula pendula	107	26.6	3	1	С одного корня растет 3 дерева
38.	Betula pendula	127	26	3	1	Растет одиноко, только верхние ветви
39.	Betula pendula	75	21.5	1	1	Растет одиноко .
40.	Betula pendula	97	18.9	3	1	С одного корня 2 ствола
41.	Betula pendula	157	25.8	2	1	Растет одиноко.
42.	Larix sibirica	91	22	3	1	Растет одиноко, рядом растет лиственница
43.	Betula pendula	110	21.4	3	1	Нижние ветви сухие
44.	Larix sibirica	59	17.4	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
45.	Betula pendula	58	19.5	2	1	Только верхние листья
46.	Betula pendula	99	21.3	1	1	Рядом растут кустарники малины
47.	Betula pendula	59	15.5	3	1	С одного корня 2 ствола
48.	Betula pendula	96	22.5	3	1	2 ствол – пень
49.	Betula pendula	101	20.8	3	1	Ветви сухие
50.	Betula pendula	127	21.4	2	1	Растет одиноко, только верхние ветви
51.	Betula pendula	73	17.2	2	1	Растет одиноко, только верхние ветви
52.	Betula pendula	92	19.4	1	1	Растет одиноко

53.	Betula pendula	66	18.6	3	1	Нижние ветви сухие
54.	Betula pendula	110	22.7	3	1	Нижние ветви сухие
55.	Betula pendula	195	22.9	3	1	Имеются только верхние ветви
56.	Larix sibirica	104	21.1	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
57.	Betula pendula	101	21.7	3	1	Растет одиноко
58.	Larix sibirica	111	23.6	3	1	Растет одиноко
59.	Larix sibirica	114	23.7	3	1	Растет одиноко
60.	Larix sibirica	124	23.3	3	1	Растет одиноко
61.	Larix sibirica	153	23.9	1	1	Нижние ветви сухие
62.	Betula pendula	152	21.7	3	1	Растет одиноко
63.	Betula pendula	70	17.8	1	1	Растет в низине
64.	Betula pendula	163	23.4	3	1	Растет в низине
65.	Betula pendula	127	23.8	1	2	Растет одиноко
66.	Betula pendula	90	21.2	3	1	С одного корня 2 дерева
67.	Betula pendula	138	25.7	3	1	Растет одиноко
68.	Betula pendula	129	22.4	1	1	С одного корня 2 дерева
69.	Betula pendula	94	22.6	1	1	одного корня 2 ствола
70.	Betula pendula	53	20.3	1	2	
71.	Betula pendula	84	20.4	1	1	одного корня 2 ствола + 1 пень
72.	Betula pendula	74	26.5	1	2	
73.	Betula pendula	85	19.3	3	1	
74.	Betula pendula	87	22.4	2	1	с одного корня 2 ствола, второй ствол пень
75.	Larix sibirica	48	22.2	3	1	растет одиноко
76.	Larix sibirica	106	28.1	3	1	растет одиноко
77.	Larix sibirica	121	20.6	3	1	растет одиноко
78.	Larix sibirica	80	20.7	1	2	с одного корня 2 ствола
79.	Larix sibirica	92	26	1	1	
80.	Betula pendula	85	22.6	3		растет одиноко рядом пень
81.	Larix sibirica	67	20.3	3	1	растет одиноко
82.	Betula pendula	97	20.4	3	1	растет одиноко
83.	Betula pendula	43	26.5	3	1	на расстоянии 0,5 м пень
84.	Betula pendula	84	19.3	3	1	растет одиноко
85.	Betula pendula	100	22.4	2	1	
86.	Betula pendula	68	22.6	1	2	с одного корня 2 ствола
87.	Betula pendula	93	20.3	1	1	
88.	Betula pendula	120	20.4	3	1	растет одиноко
89.	Betula pendula	114	26.5	3	1	растет одиноко
90.	Betula pendula	103	19.3	3	1	растет одиноко
91.	Betula pendula	74	22.4	1	2	с одного корня 2 ствола
92.	Betula pendula	84	22.2	1	1	
93.	Larix sibirica	160	28.1	3	1	растет одиноко
94.	Betula pendula	136	20.6	3	1	растет одиноко
95.	Betula pendula	64	25,7	3	1	растет одиноко

96.	Betula pendula	52	25,4	1	3	
97.	Betula pendula	62	20,4	1	2	с одного корня 2 дерева
98.	Betula pendula	93	31,6	1	1	
99.	Betula pendula	84	27,4	1	1	с одного корня 2 дерева
100.	Betula pendula	42	13,1	1	2	
101.	Betula pendula	74	23,9	1	1	с одного корня 2 дерева
102.	Betula pendula	70	19	1	2	
103.	Larix sibirica	96	25,4	3	1	
104.	Larix sibirica	115	25	3	1	
105.	Betula pendula	84	19,6	2	1	рядом пень
106.	Larix sibirica	78	29,9	1	2	с одного корня 2 дерева
107.	Larix sibirica	88	26,8	1	1	
108.	Larix sibirica	64	21,4	3	1	
109.	Betula pendula	93	18,5	3	1	
110.	Betula pendula	42	10,8	2	1	
111.	Betula pendula	93	20,2	2	1	рядом пень
112.	Betula pendula	86	15,1	3	1	
113.	Larix sibirica	45	18	3	1	
114.	Betula pendula	81	15	3	1	
115.	Betula pendula	99	24,2	3	1	
116.	Betula pendula	80	20	1	1	с одного корня 2 дерева
117.	Betula pendula	70	22,5	1	2	
118.	Betula pendula	97	31,1	3	1	
119.	Betula pendula	92	27,3	1	1	
120.	Betula pendula	67	30,8	1	1	
121.	Betula pendula	118	32,5	3	1	
122.	Betula pendula	117	21,3	3	1	
123.	Betula pendula	51	11,8	1	1	
124.	Betula pendula	58	14,5	1	1	
125.	Betula pendula	89	31,2	1	1	
126.	Betula pendula	64	10,5	3	1	
127.	Betula pendula	136	27,4	3	1	
128.	Larix sibirica	160	26,6	3	1	
129.	Populus	54	14,5	2	1	
130.	Populus	55	11,7	2	1	
131.	Populus	53	12,7	2	1	
132.	Larix sibirica	111	17,9	3	1	
133.	Larix sibirica	123	19,9	3	1	
134.	Larix sibirica	119	20,4	3	1	
135.	Larix sibirica	132	25,7	3	1	
136.	Larix sibirica	112	25,4	3	1	
137.	Larix sibirica	132	20,4	3	1	
138.	Larix sibirica	122	31,6	3	1	
139.	Larix sibirica	109	26,1	3	1	
140.	Larix sibirica	121	26	3	1	
141.	Populus	117	22,6	3	1	
142.	Populus	96	18,2	3	1	
143.	Populus	74	17,9	3	1	

144.	Populus	87	19,3	2		
145.	Populus	79	22,8	2	1	
146.	Populus	87,9	15,7	2	1	
147.	Populus	72	22,3	2	1	
148.	Populus	74	24	2	1	
149.	Populus	75	19,4	2	1	
150.	Populus	77	15,6	2	1	
151.	Populus	80	24,6	2	1	
152.	Populus	81	20,3	2	1	
153.	Populus	105	17,6	2	1	
154.	Populus	86	23,7	2	1	
155.	Populus	67	20	2	1	
156.	Larix sibirica	116	17,1	3	1	
157.	Larix sibirica	115	22,6	1	1	
158.	Larix sibirica	106	24,4	1	1	
159.	Larix sibirica	137	23,9	3	1	
160.	Populus	83	26	3	1	
161.	Populus	87	27,7	3	1	
162.	Populus	102	30,2	3	1	
163.	Populus	102	25,2	3	1	
164.	Populus	126	27,8	3	1	
165.	Populus	105	30,6	3	1	
166.	Populus	127	18,5	3	1	
167.	Populus	72	20,1	3	1	
168.	Populus	94	24,1	3	1	
169.	Populus	65	17,6	3	1	
170.	Populus	72	17,8	3	1	
171.	Populus	82	25,2	3	1	
172.	Populus	70	24,4	3	1	
173.	Populus	71	17,8	3	1	
174.	Populus	74	19,5	3	1	
Среднее значение:		93,8	11,4	2,2	1,1	
Betula pendula		106				
Larix sibirica		35				
Populus		33				

Площадка В-2

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкурентность (K)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	85	23.3	3	1	Растет одиноко
2.	Betula pendula	95	22.1	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
3.	Betula pendula	87	20.6	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие

4.	Betula pendula	121	20.9	3	1	Растет одиноко нижние ветви сухие
5.	Betula pendula	125	22.2	1	1	С одного корня 2 деревя
6.	Betula pendula	100	22	1	1	С одного корня 2 деревя, нижние ветви сухие
7.	Larix sibirica	124	21.7	3	1	Растет одиноко
8.	Betula pendula	144	21.3	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие, растет криво
9.	Betula pendula	148	26	3	1	Растет одиноко, крона хорошая ,
10.	Betula pendula	146	23.4	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
11.	Betula pendula	84	19.3	1	1	Крона хорошая
12.	Betula pendula	114	22.6	1	1	С одного корня 3 ствола, один ствол пень старый
13.	Betula pendula	90	27.2	1	1	С одного корня 3 ствола + 1 пень
14.	Betula pendula	99	24.3	1	1	С одного корня 2 деревя нижние ветви сухие
15.	Betula pendula	99	21.2	1	2	С одного корня 2 деревя нижние ветви сухие
16.	Betula pendula	141	26.2	2	1	Нижние ветви сухие
17.	Betula pendula	150	23.6	3	1	Растет одиноко
18.	Betula pendula	151	24.5	3	1	Растет одиноко
19.	Larix sibirica	134	23.1	3	1	Растет одиноко
20.	Larix sibirica	111	23.4	3	1	Растет одиноко
21.	Larix sibirica	154	22.1	3	1	Растет одиноко
22.	Betula pendula	122	24.8	3	1	Растет одиноко
23.	Larix sibirica	113	21	3	1	Растет одиноко
24.	Betula pendula	113	18.8	1	1	С одного корня 2 деревя, нижние ветви сухие
25.	Betula pendula	138	29.5	3	1	Растет одиноко нижние ветви сухие
26.	Betula pendula	63	20.8	1	2	С одного корня 2 деревя имеются только верхние ветви
27.	Larix sibirica	143	23.6	3	1	Растет одиноко
28.	Betula pendula	102	22.1	3	1	Растет одиноко
29.	Larix sibirica	64	15.9	3	1	Растет одиноко
30.	Larix sibirica	117	23.4	3	1	Растет одиноко
31.	Betula pendula	165	24.2	3	1	Растет одиноко

32.	Betula pendula	148	26.2	3	1	Растет одиноко
33.	Betula pendula	160	24.9	3	1	Растет одиноко
34.	Betula pendula	143	21.4	3	1	Растет одиноко, с одного ствола 2 дерева, на высоте 1,30 м начинается расхождение стволов
35.	Betula pendula	78	18.6	3	1	Растет одиноко
36.	Betula pendula	83	25.8	1	1	С одного корня 3 ствола
37.	Betula pendula	87	19.6	2	1	Только верхние ветви
38.	Betula pendula	98	25.4	1	1	С одного ствола 2 дерева
39.	Betula pendula	90	23.3	1	1	С одного корня 3 ствола
40.	Betula pendula	91	19.3	1	1	С одного дерева растут 3 ствола
41.	Betula pendula	117	25.8	1	1	С одного дерева растут 3 ствола
42.	Betula pendula	96	23.5	1	1	Нижние ветви сухие
43.	Betula pendula	98	24.6	3	1	С одного корня 3 дерева
44.	Betula pendula	128	21.5	3	1	Растет одиноко, нижние ветви сухие
45.	Betula pendula	71	22.7	1	2	С одного корня 3 ствола
46.	Betula pendula	117	25.2	1	1	Нижние ветви сухие
47.	Betula pendula	101	27.3	1	1	Нижние ветви сухие
48.	Betula pendula	78	9.8	1	1	Нижние ветви сухие
49.	Betula pendula	144	24.7	1	1	Крона хорошая
50.	Betula pendula	161	25.5	3	1	Растет одиноко
51.	Betula pendula	100	15.1	3	1	Растет одиноко
52.	Betula pendula	131	22.7	3	1	Растет одиноко
53.	Betula pendula	99	21.6	1	1	Нижние ветви сухие
54.	Betula pendula	130	25.6	1	1	С одного дерева 2 ствола
55.	Betula pendula	87	25.9	1	2	С одного корня 2 ствола
56.	Betula pendula	102	27.3	1	1	
57.	Betula pendula	41	13	1	1	С одного корня 2 дерева
58.	Betula pendula	40	12.8	1	2	С одного корня 2 дерева
59.	Betula pendula	110	18.5	3	1	Растет одиноко
60.	Betula pendula	149	25.5	3	1	Растет одиноко
61.	Betula pendula	135	22.8	3	1	Растет одиноко
62.	Betula pendula	77	18.4	2	1	Растет одиноко
63.	Betula pendula	153	18.8	3	1	Растет одиноко
64.	Betula pendula	144	24.7	3	1	Растет одиноко

65.	Betula pendula	136	23,5	3	1	Растет одиноко
66.	Betula pendula	149	20,6	3	1	Растет одиноко
67.	Betula pendula	104	19,8	3	1	Растет одиноко
68.	Betula pendula	120	19,4	3	1	Растет одиноко
69.	Larix sibirica	117	23	3	1	Растет одиноко
70.	Betula pendula	95	23	3	1	Растет одиноко
71.	Betula pendula	114	20,7	3	1	Растет одиноко
72.	Betula pendula	83	18,2	3	1	растет одиноко
73.	Betula pendula	110	27,3	1	1	с одного корня 2 ствола
74.	Betula pendula	80	27	1	2	
75.	Betula pendula	128	26,5	1	1	с одного корня 3 ствола, 3-й ствол пень
76.	Betula pendula	89	26	1	2	
77.	Betula pendula	160	18,2	1	1	с одного корня 2 ствола
78.	Betula pendula	145	17	1	2	
79.	Betula pendula	84	19,7	2	2	
80.	Betula pendula	103	25,1	3	1	нижние ветви сухие
81.	Betula pendula	134	19,4	3	1	растет одиноко
82.	Betula pendula	114	20,2	1	2	с одного корня 2 ствола
83.	Betula pendula	124	21,5	1	1	
84.	Betula pendula	71	14,5	3	1	рядом пень
85.	Betula pendula	111	24,2	1	1	нижние ветви сухие
86.	Betula pendula	112	19,2	1	1	
87.	Betula pendula	147	18,6	3	1	растет одиноко
88.	Betula pendula	128	22,9	1	1	с одного корня 2 ствола
89.	Betula pendula	118	17,5	1	2	
90.	Betula pendula	150	17,2	3	1	растет одиноко
91.	Betula pendula	155	19,2	3	1	
92.	Betula pendula	170	26,8	3	1	растет одиноко
93.	Betula pendula	160	38,7	3	1	2 керна
94.	Betula pendula	180	22,4	3	1	растет одиноко
95.	Betula pendula	98	23,1	1	1	с одного корня 2 ствола
96.	Betula pendula	73	22	1	2	
97.	Betula pendula	122	15,8	3	1	растет одиноко
98.	Betula pendula	122	9,6	2	2	
99.	Betula pendula	122	8,9	1	1	с одного корня 2 ствола
100.	Betula pendula	106	9	1	2	
101.	Betula pendula	117	9,2	2	1	рядом молодая поросль
102.	Betula pendula	140	9,1	3	1	
103.	Betula pendula	88	8,2	1	1	
104.	Betula pendula	118	8,5	2	1	

105.	Betula pendula	110	9,3	1	1	
106.	Larix sibirica	140	11,1	3	1	растет одиноко
107.	Betula pendula	155	9,4	2	1	
108.	Betula pendula	135	9,3	2	1	
109.	Betula pendula	149	9,5	2	1	
110.	Betula pendula	162	10,7	3	1	
111.	Betula pendula	188	13,9	3	1	
112.	Betula pendula	200	14,1	2	1	
113.	Betula pendula	179	14,5	3	1	
Среднее значение:		118,9	7,6	2,1	1,1	
Betula pendula		103				
Larix sibirica		10				

Площадка В-3

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкуренция (К)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	89	14.2	1	1	С одного корня растет 2 дерева
2.	Betula pendula	76	16.9	1	1	С одного корня 2 дерева
3.	Betula pendula	91	19.8	2	1	С одного корня 2 ствола, 2-й ствол пень (старый)
4.	Betula pendula	92	17.4	3	1	Растет одиноко
5.	Betula pendula	80	18.8	2	1	Рядом растет молодая поросль
6.	Betula pendula	78	17.6	2	1	Рядом растет молодая поросль
7.	Betula pendula	96	20.3	2	1	
8.	Betula pendula	100	19.3	3	1	Растет одиноко
9.	Betula pendula	84	19.4	2	1	С одного корня 2 ствола, 2-й ствол пень старый
10.	Betula pendula	87	20.2	2	1	С одного корня 2 ствола, 2-й ствол пень старый
11.	Betula pendula	49	16.5	1	2	С одного корня 2 ствола
12.	Betula pendula	50	13	2	1	Растет одиноко, рядом растут 2 пня
13.	Betula pendula	74	19.2	2	1	С одного корня растут 2 ствола
14.	Betula pendula	104	20.4	3	1	Растет одиноко
15.	Betula pendula	97	17	3	1	Растет одиноко
16.	Betula pendula	60	14.8	3	1	Растет одиноко
17.	Betula pendula	53	19.5	3	1	Растет одиноко
18.	Betula pendula	72	17.8	3	1	Растет одиноко нижние ветви сухие
19.	Betula pendula	72	19.6	1	2	С одного корня растут 2 дерева

20.	<i>Betula pendula</i>	74	19.6	2	1	С одного корня растут 2 дерева.
21.	<i>Betula pendula</i>	89	24.8	3	1	Растет одиноко
22.	<i>Betula pendula</i>	85	17.5	2	1	Рядом растет лиственница и старый пенёк
23.	<i>Betula pendula</i>	110	19.3	3	1	Растет одиноко
24.	<i>Betula pendula</i>	85	21.1	1	1	С одного корня растет 2 дерева
25.	<i>Betula pendula</i>	85	18.5	3	1	Растет одиноко нижние ветви сухие
26.	<i>Betula pendula</i>	72	18.9	3	1	Растет одиноко
27.	<i>Betula pendula</i>	95	21.1	1	1	С одного корня 2 дерева
28.	<i>Betula pendula</i>	85	18.5	3	1	Растет одиноко нижние ветви сухие
29.	<i>Betula pendula</i>	81	19.2	1	1	С одного корня 2 дерева
30.	<i>Betula pendula</i>	42	10.8	1	1	С одного корня 2 ствола
31.	<i>Betula pendula</i>	79	19.8	1	1	С одного дерева 2 ствола
32.	<i>Betula pendula</i>	106	17.8	3	1	Растет одиноко все ветви хорошие
33.	<i>Betula pendula</i>	119	21.7	1	1	С одного корня растет 2 дерева
34.	<i>Betula pendula</i>	104	21.7	1	2	С одного корня растет 2 дерева
35.	<i>Betula pendula</i>	105	17.8	3	1	Растет одиноко, (видны следы пожара)
36.	<i>Betula pendula</i>	83	18	3	1	Растет одиноко
37.	<i>Betula pendula</i>	98	24.2	3	1	Растет одиноко
38.	<i>Betula pendula</i>	46	17.1	3	1	Растет одиноко
39.	<i>Betula pendula</i>	113	21	3	1	Растет одиноко
40.	<i>Betula pendula</i>	95	18.7	3	1	Растет одиноко
41.	<i>Betula pendula</i>	58	15.8	1	1	Рядом растет молодая береза
42.	<i>Betula pendula</i>	74	2.9	3	1	Растет одиноко
43.	<i>Betula pendula</i>	20	6.7	3	1	
44.	<i>Betula pendula</i>	19	7.3	1	2	С одного корня 2 дерева
45.	<i>Betula pendula</i>	85	16.5	2	1	Рядом растет молодая поросль высотой 6 м.
46.	<i>Larix sibirica</i>	106	20.7	3	1	Растет одиноко
47.	<i>Betula pendula</i>	90	17.5	3	1	Растет одиноко
48.	<i>Betula pendula</i>	46	9.5	2	1	Нижние ветви сухие
49.	<i>Betula pendula</i>	105	21	3	1	Из одного корня 3 дерева
50.	<i>Betula pendula</i>	81	16.1	3	1	Растет одиноко
51.	<i>Betula pendula</i>	42	17.6	2	1	Нижние ветви сухие
52.	<i>Picea obovata</i>	26	5.5	3	1	Растет одиноко
53.	<i>Picea obovata</i>	71	11	3	1	Растет одиноко
54.	<i>Picea obovata</i>	61	9	3	1	Растет одиноко
55.	<i>Picea obovata</i>	105	17.7	3	1	Растет одиноко

56.	Picea obovata	96	11.9	1	1	
57.	Picea obovata	47	9.4	2	1	Рядом растет молодая поросль высотой 2,5 м
58.	Picea obovata	54	10.3	1	1	В конкуренции с березами
59.	Picea obovata	64	10.5	3	1	Растет одиноко
60.	Picea obovata	67	9	3	1	Растет одиночно в овраге
61.	Picea obovata	62	10.6	3	1	Растет одиночно
62.	Picea obovata	49	11.3	3	1	Растет одиночно
63.	Picea obovata	37	8.9	2	1	
64.	Picea obovata	45	8.6	2	1	
65.	Betula pendula	72	17.7	1	1	С одного корня 3 дерева
66.	Betula pendula	51	9.6	1	1	С одного корня 3 дерева
67.	Betula pendula	102	17.8	2	1	Рядом растет молодая поросль высотой 2,5 м
68.	Betula pendula	88	21.3	2	1	Рядом растет молодая ель
69.	Betula pendula	108	18	2	1	Нижние ветви сухие
70.	Betula pendula	53	14.8	1	1	Рядом находится пень + молодая поросль
71.	Betula pendula	64	16.5	1	1	Молодая поросль растет рядом
72.	Picea obovata	48	9,3	1	1	
73.	Betula pendula	103	20,7	1	1	
74.	Betula pendula	14	5,4	1	3	
75.	Betula pendula	109	20,6	2	1	рядом кустарники
76.	Betula pendula	20,2	7	1	1	с одного корня 2 ствола + пень
77.	Betula pendula	15	4,6	1	2	
78.	Betula pendula	113	19,7	1	1	рядом пень
79.	Betula pendula	90	18	2	1	рядом кустарники
80.	Betula pendula	77	20,4	2	1	
81.	Betula pendula	56	16	1	2	с одного корня 2 ствола
82.	Betula pendula	82	21,6	1	1	
83.	Betula pendula	87	23,4	1	1	с одного корня 2 ствола
84.	Betula pendula	58	16,8	1	2	
85.	Betula pendula	103	21,3	3	1	
86.	Betula pendula	106	19,6	3	1	
87.	Betula pendula	64	18,5	1	2	
88.	Betula pendula	70	15,7	1	1	с одного корня 2 ствола
89.	Betula pendula	67	16,9	1	2	
90.	Picea obovata	115	21,1	1	1	
91.	Picea obovata	111	21,5	2	1	
92.	Betula pendula	97	21,9	2	1	
93.	Picea obovata	104	16,6	3	1	
94.	Betula pendula	111	18	1	1	с одного корня 2 ствола
95.	Betula pendula	52	8,3	1	2	
96.	Picea obovata	113	16,6	3	1	

97.	Betula pendula	114	26	2	1	рядом пень
98.	Larix sibirica	87	18,6	2	1	
99.	Picea obovata	78	14,5	2	2	
100.	Betula pendula	105	17,2	3	1	
101.	Betula pendula	99	17,4	2	1	
102.	Betula pendula	86	20,5	1	1	
103.	Betula pendula	86	15,1	1	1	
104.	Betula pendula	112	20,1	1	1	рядом пень
105.	Betula pendula	92	26	1	1	
106.	Picea obovata	106	31,9	2	1	
107.	Picea obovata	65	16,1	3	1	
108.	Picea obovata	57	10,5	2	1	
109.	Picea obovata	51	13,9	2	2	
110.	Picea obovata	87	15,4	1	1	
111.	Picea obovata	68	14,5	1	2	
112.	Betula pendula	91	20,3	3	1	
113.	Betula pendula	89	17,6	3	1	
114.	Picea obovata	75	16,1	2	1	
115.	Betula pendula	105	19,5	1	2	с одного корня 2 ствола
116.	Betula pendula	71	16,9	3	1	
117.	Betula pendula	110	19,2	1	1	
118.	Betula pendula	67	18,2	1	1	
119.	Picea obovata	75	12,5	2	1	
120.	Picea obovata	75	14,5	2	2	
121.	Betula pendula	77	19,4	3	1	
122.	Picea obovata	72	15,7	2	2	
123.	Betula pendula	80	18,6	3	1	
124.	Betula pendula	83	17,7	3	1	
125.	Betula pendula	65	16,3	3	1	
126.	Betula pendula	77	18,6	1	1	
127.	Betula pendula	57	15,7	3	1	
128.	Betula pendula	35	8,7	3	1	
129.	Picea obovata	89	19	1	1	
130.	Picea obovata	67	12,9	1	1	растут рядом
131.	Betula pendula	73	19,7	1	1	
132.	Picea obovata	53	10,3	2	2	на расстоянии 2 м др от др.
133.	Betula pendula	80	18,2	2	1	
134.	Picea obovata	88	14,3	2	1	в окружении кустарников
135.	Picea obovata	150	21	2	1	растет в ложбине - бурили с юга
136.	Picea obovata	118	18,8	2	1	на расстоянии 2 м др от др.
137.	Picea obovata	68	13,1	2	2	
138.	Picea obovata	63	13,6	2	2	на расстоянии 2 м др от др.
139.	Betula pendula	105	16,2	1	1	
140.	Picea obovata	51	13	1	2	корни срослись №2 и 3

						рис в блокноте
141.	Picea obovata	64	17,7	3	1	
142.	Picea obovata	66	12,9	3	1	
143.	Betula pendula	89	15,6	1	1	
144.	Betula pendula	21	6,3	1	2	
145.	Betula pendula	51	11,4	3	1	
146.	Betula pendula	84	14,6	2	1	
147.	Betula pendula	21	6,2	2	2	
148.	Betula pendula	83	12	1	1	с одного корня 2 ствола
149.	Picea obovata	56	9,5	1	2	
150.	Betula pendula	53	9,3	2	2	
151.	Betula pendula	55	7,9	2	1	
152.	Betula pendula	55	8,3	3	1	
153.	Picea obovata	88	10,8	1	1	
154.	Picea obovata	26	6,7	1	3	
155.	Picea obovata	74	9,3	1	2	
156.	Picea obovata	20	5,5	1	3	
157.	Betula pendula	65	10,6	1	2	
158.	Picea obovata	124	14,2	1	1	
159.	Picea obovata	137	16,2	3	1	
160.	Betula pendula	94	12,2	3	1	
161.	Betula pendula	90	10,6	3	1	
162.	Betula pendula	50	9,9	1	2	с одного корня 2 ствола
163.	Betula pendula	74	8,7	1	1	
164.	Betula pendula	84	9,4	2	1	
165.	Betula pendula	84	13,9	2	1	
166.	Betula pendula	91	14	2	1	
167.	Picea obovata	49	13,6	2	2	
168.	Picea obovata	202	15,3	3	1	
169.	Picea obovata	166	15,5	3	1	
170.	Picea obovata	92	14,9	3	1	
171.	Picea obovata	103	16,5	3	1	
172.	Betula pendula	95	14,5	1	1	
173.	Betula pendula	77	14,4	1	2	
174.	Betula pendula	95	13,8	3	1	
175.	Picea obovata	72	16,8	1	2	
176.	Picea obovata	88	19,6	1	1	
177.	Picea obovata	88	16,3	1	1	
Среднее значение:		78,6	9,9	1,9	1,2	
Betula pendula		120				
Picea obovata		55				
Larix sibirica		2				

Площадка В-4

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкурс	Доминация	Примечание
---	-----	-------------	------------	---------	-----------	------------

				ия (К)	(D)	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	67	23.7	1	1	Рядом растет молодая поросль
2.	Betula pendula	110	18.7	1	1	С одного корня растут 2 дерева , 2 дерево пень + молодая поросль березы
3.	Betula pendula	120	23.6	3	1	Растет одиноко
4.	Betula pendula	116	25.4	1	1	С одного корня 2 ствола, 2-й ствол пень
5.	Betula pendula	88	12.7	1	1	С одного корня 3 дерева + 2 пня молодых
6.	Betula pendula	96	17.4	3	1	Растет одиночно.
7.	Betula pendula	57	9.9	1	1	С одного корня растут 3 дерева + молодая поросль
8.	Betula pendula	130	21	1	2	С одного корня растут 3 дерева + молодая поросль
9.	Betula pendula	63	11.5	1	3	С одного корня растут 3 дерева + молодая поросль
10.	Betula pendula	115	20.8	3	1	Растет одиночно
11.	Betula pendula	96	19.8	3	1	Растет одиночно
12.	Betula pendula	111	15.5	1	1	С одного корня 2 дерева 2-е дерево пень
13.	Betula pendula	91	18	1	1	С одного корня растет 2 дерева, + молодая поросль
14.	Betula pendula	80	14.2	1	2	С одного корня растет 2 дерева, + молодая поросль
15.	Betula pendula	109	21.9	1	1	Рядом растет молодая поросль
16.	Betula pendula	89	21.8	3	1	Растет одиночно
17.	Betula pendula	73	21.9	2	1	Рядом растет молодая поросль
18.	Betula pendula	94	20	3	1	Растет одиночно
19.	Betula pendula	116	19.2	3	1	Рядом растет молодая поросль
20.	Betula pendula	122	23.2	3	1	Растет молодая поросль
21.	Betula pendula	91	17.8	3	1	Растет одиночно
22.	Betula pendula	104	20.1	1	1	Рядом растет молодая поросль
23.	Betula pendula	116	15.5	3	1	Растет одиночно
24.	Betula pendula	156	25	3	1	Растет одиночно
25.	Betula pendula	124	22	3	1	Растет одиночно, рядом молодая поросль
26.	Betula pendula	151	22.4	3	1	Растет одиночно
27.	Betula pendula	136	20.3	3	1	Растет одиночно
28.	Betula pendula	140	19.8	3	1	Растет одиночно
29.	Betula pendula	107	22.9	2	1	Растет одиночно

30.	<i>Betula pendula</i>	107	20.2	3	1	Растет одиночно
31.	<i>Betula pendula</i>	90	20.3	2	1	Рядом молодая поросль
32.	<i>Betula pendula</i>	93	19.4	3	1	Растет одиночно
33.	<i>Betula pendula</i>	88	21.4	3	1	Растет одиночно
34.	<i>Betula pendula</i>	86	17.7	1	1	С одного корня растут 4 ствола, 1 ствол – пень
35.	<i>Betula pendula</i>	102	20.9	1	1	С одного корня растут 4 ствола, 1 ствол – пень
36.	<i>Betula pendula</i>	62	11.7	3	1	С одного корня 2 дерева
37.	<i>Betula pendula</i>	77	17	3	1	С одного корня растут 4 ствола, 1 ствол – пень
38.	<i>Betula pendula</i>	118	15.6	2	1	Рядом растет молодая поросль
39.	<i>Betula pendula</i>	16	7.1	2	1	Рядом растет молодая поросль
40.	<i>Betula pendula</i>	72	25.3	3	1	
41.	<i>Betula pendula</i>	21	8.5	2	1	Рядом растет молодая поросль
42.	<i>Betula pendula</i>	98	26.3	3	1	
43.	<i>Betula pendula</i>	17	5.1	2	1	С одного ствола растет 2 дерева
44.	<i>Betula pendula</i>	135	18	3	1	Растет одиночно
45.	<i>Betula pendula</i>	98	19	3	1	Растет одиночно
46.	<i>Betula pendula</i>	119	24.2	3	1	Растет одиночно
47.	<i>Betula pendula</i>	133	24.7	2	1	Рядом растет молодая поросль
48.	<i>Betula pendula</i>	87	24.9	3	1	Растет одиночно
49.	<i>Betula pendula</i>	120	20.3	3	1	Растет одиночно
50.	<i>Betula pendula</i>	85	17,8	3	1	Растет одиночно
51.	<i>Pinus sylvestris</i>	64	11,2	1	2	
52.	<i>Pinus sylvestris</i>	138	12,3	1	1	
53.	<i>Pinus sylvestris</i>	56	11,9	1	1	
54.	<i>Pinus sylvestris</i>	37	10,4	1	2	
55.	<i>Pinus sylvestris</i>	103	12,6	1	1	
56.	<i>Pinus sylvestris</i>	27	12,3	1	3	
57.	<i>Pinus sylvestris</i>	32	12,5	1	2	
58.	<i>Pinus sylvestris</i>	39	10,7	1	2	
59.	<i>Pinus sylvestris</i>	79	11	1	1	
60.	<i>Pinus sylvestris</i>	37	10,9	1	2	
61.	<i>Pinus sylvestris</i>	36	9,7	1	2	
62.	<i>Betula pendula</i>	76	12,8	1	1	
63.	<i>Pinus sylvestris</i>	28	7,4	1	3	
64.	<i>Pinus sylvestris</i>	42	8,5	1	2	
65.	<i>Pinus sylvestris</i>	58	9,1	1	1	
66.	<i>Pinus sylvestris</i>	50	9,6	1	2	
67.	<i>Pinus sylvestris</i>	144	15,8	1	1	
68.	<i>Pinus sylvestris</i>	63	12,1	1	2	
69.	<i>Pinus sibirica</i>	32	10,7	1	3	
70.	<i>Pinus sibirica</i>	26	7,6	1	3	

71.	Pinus sylvestris	41	12	2	1	рядом пень
72.	Betula pendula	29	9,5	2	3	
73.	Pinus sylvestris	30	6,6	1	2	
74.	Pinus sibirica	37	8,6	3	2	
75.	Betula pendula	82	13,8	3	1	
76.	Pinus sylvestris	38	11,2	3	2	
77.	Betula pendula	77	10,5	2	1	
78.	Betula pendula	82	13,3	2	1	
79.	Pinus sylvestris	34	9,9	1	2	
80.	Betula pendula	70	11,9	1	1	
81.	Betula pendula	110	10,3	1	1	с одного корня 2 ствола
82.	Betula pendula	80	10,9	1	2	
83.	Betula pendula	63	8,4	2	2	
84.	Pinus sylvestris	32	6,4	1	2	
85.	Pinus sylvestris	30	9	2	3	
86.	Pinus sylvestris	20	9,4	2	3	
87.	Pinus sylvestris	46	9	2	2	
88.	Pinus sylvestris	51	10,4	3	2	
89.	Betula pendula	54	7,9	3	1	в окружении кустарников
90.	Pinus sylvestris	94	9,9	1	1	в окружении кустарников
91.	Betula pendula	76	7,6	1	1	в окружении кустарников
92.	Pinus sylvestris	27	7,1	1	1	в окружении кустарников
93.	Pinus sylvestris	110	11,1	1	1	в окружении кустарников
94.	Pinus sylvestris	120	11,2	1	1	в окружении кустарников
95.	Pinus sylvestris	39	10	1	1	в окружении кустарников
96.	Betula pendula	69	12,7	1	1	в окружении кустарников
97.	Pinus sylvestris	30	7,4	1	1	в окружении кустарников
98.	Pinus sylvestris	46	9,2	2	1	в окружении кустарников
99.	Betula pendula	70	10,9	2	1	в окружении кустарников
100.	Betula pendula	78	11,5	1	1	в окружении кустарников
101.	Betula pendula	53	9,9	3	1	в окружении кустарников
102.	Pinus sylvestris	60	8,4	1	1	в окружении кустарников
103.	Pinus sylvestris	40	8,1	1	1	в окружении кустарников
104.	Pinus sylvestris	62	8,1	1	1	в окружении кустарников
105.	Pinus sylvestris	100	11	1	1	в окружении кустарников
106.	Pinus sylvestris	77	10,3	1	1	в окружении кустарников
107.	Pinus sylvestris	59	10,1	1	1	в окружении кустарников
108.	Pinus sylvestris	57	8	1	1	в окружении кустарников
109.	Pinus sylvestris	73	10,6	1	1	в окружении кустарников
110.	Pinus sylvestris	75	10,6	1	1	в окружении кустарников
111.	Betula pendula	73	13,2	1	1	в окружении кустарников
112.	Pinus sylvestris	43	9,8	1	1	в окружении кустарников
113.	Pinus sylvestris	94	9,9	1	1	в окружении кустарников
114.	Pinus sylvestris	48	10	1	1	в окружении кустарников
115.	Pinus sylvestris	71	10,9	1	1	в окружении кустарников
116.	Pinus sibirica	42	10,5	1	1	в окружении кустарников
117.	Pinus sibirica	50	10,3	1	1	в окружении кустарников
118.	Betula pendula	68	10,9	1	1	в окружении кустарников

119.	Betula pendula	80	10,1	3	1	в окружении кустарников
120.	Pinus sylvestris	65	13,5	3	1	в окружении кустарников
121.	Pinus sylvestris	124	9,3	3	1	в окружении кустарников
122.	Pinus sylvestris	86	12,1	3	1	в окружении кустарников
123.	Betula pendula	80	11,5	3	1	в окружении кустарников
124.	Picea obovata	47	10	2	1	в окружении кустарников
125.	Picea obovata	64	14,2	1	1	в окружении кустарников
126.	Picea obovata	65	6	3	1	в окружении кустарников
127.	Betula pendula	89	12,3	1	1	в окружении кустарников
128.	Picea obovata	70	10,3	2	1	в окружении кустарников
129.	Betula pendula	52	11,3	2	1	
130.	Betula pendula	58	11,4	2	1	
131.	Larix sibirica	96	12,8	2	1	
132.	Betula pendula	64	11,5	1	1	
133.	Larix sibirica	74	13,3	1	1	
134.	Betula pendula	96	14	1	1	
135.	Picea obovata	71	12	1	1	на расстоянии 0,5 м друг от друга
136.	Betula pendula	103	16,5	1	1	
137.	Betula pendula	65	14,8	3	2	в окружении кустарников
138.	Betula pendula	90	15,6	3	1	в окружении кустарников
139.	Betula pendula	73	14,8	3	2	
140.	Betula pendula	63	12,7	2	1	
141.	Betula pendula	47	10,2	2	2	
142.	Larix sibirica	56	10,3	1	1	
143.	Larix sibirica	50	8,9	1	2	
144.	Larix sibirica	137	18,2	1	1	
145.	Picea obovata	97	17	1	1	
146.	Larix sibirica	72	16,2	1	1	
147.	Betula pendula	82	15	2	1	
148.	Betula pendula	75	12,9	1	1	
149.	Larix sibirica	86	17,3	1	1	
150.	Larix sibirica	86	16,2	1	1	
151.	Larix sibirica	71	16,3	1	2	
152.	Betula pendula	85	18,2	2	1	
153.	Larix sibirica	112	17,5	1	1	
154.	Larix sibirica	77	14,3	1	2	
155.	Larix sibirica	88	17	1	1	
156.	Betula pendula	98	16,5	1	1	
157.	Betula pendula	70	16	1	2	
158.	Betula pendula	89,5	17,5	1	1	
159.	Betula pendula	72	17,6	1	2	
160.	Betula pendula	83	20	1	1	
161.	Betula pendula	78	17	1	2	
162.	Betula pendula	98	18,1	1	1	
163.	Larix sibirica	92	16,9	1	1	
164.	Larix sibirica	70	15,8	1	2	
165.	Larix sibirica	91	17,2	1	1	

166.	Larix sibirica	115	18,3	1	1	
167.	Larix sibirica	66	17,1	1	2	
168.	Larix sibirica	91	20	2	1	
169.	Larix sibirica	64	15,5	3	1	
170.	Larix sibirica	80	15,1	3	1	
171.	Larix sibirica	95	17,6	1	1	
172.	Pinus sibirica	79	13,1	1	1	
173.	Picea obovata	158	16,6	3	1	
174.	Picea obovata	67	10,3	1	2	
175.	Picea obovata	185	19,2	3	1	
176.	Picea obovata	66	14,2	1	1	
177.	Picea obovata	79	15,3	1	2	
178.	Picea obovata	50	9,5	1	2	
179.	Picea obovata	79	7,7	1	2	
180.	Picea obovata	170	25	2	1	
181.	Picea obovata	71	13,2	1	2	
182.	Picea obovata	110	16	1	1	
183.	Picea obovata	78	17,3	1	2	
184.	Picea obovata	114	16,6	1	1	
185.	Picea obovata	68	13,2	3	2	
186.	Picea obovata	72	14	2	2	
187.	Picea obovata	63	10,8	1	2	
188.	Picea obovata	72	11	2	2	
189.	Picea obovata	66	10,4	1	2	
190.	Picea obovata	60	9	3	2	
191.	Picea obovata	51	7,6	2	2	
192.	Picea obovata	107	15,6	3	1	
Среднее значение:		78,5	10,5	1,6	1,3	
Betula pendula		90				
Pinus sylvestris		49				
Picea obovata		26				
Larix sibirica		21				
Pinus sibirica		6				

Площадка В- 5

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкуренция (К)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	37	15	1	3	С одного дерева 4 ствола, 1 ствол – пень
2.	Betula pendula	115	18.8	1	1	С одного дерева 4 ствола, 1 ствол – пень
3.	Betula pendula	53	21.5	1	2	С одного дерева 4 ствола, 1 ствол – пень
4.	Betula pendula	65	20.4	1	1	Рядом растет молодая

						поросль
5.	Betula pendula	74	16.2	1	1	С одного дерева 3 ствола 1 ствол – пень
6.	Betula pendula	74	16.2	1	1	С одного дерева 3 ствола 1 ствол – пень
7.	Betula pendula	99	18.6	1	2	С одного дерева 3 ствола 1 ствол – пень
8.	Betula pendula	57	15	3	1	Растет одиноко
9.	Betula pendula	56	16.8	1	1	Нижние ветви сухие
10.	Betula pendula	53	20.3	3	1	Растет одиночно, нижние ветви сухие
11.	Betula pendula	50	18.4	1	1	С одного корня 2 ствола
12.	Betula pendula	26	13.6	1	2	С одного ствола 2 корня
13.	Betula pendula	18	6.8	3	1	Растет одиночно
14.	Betula pendula	69	17.6	3	1	Растет одиночно
15.	Betula pendula	44	11.4	1	1	С одного ствола 2 дерева
16.	Betula pendula	44	13.4	3	1	Растет одиночно
17.	Betula pendula	52	14.3	1	2	С одного корня 2 ствола
18.	Betula pendula	54	16.7	3	1	Растет одиночно
19.	Betula pendula	39	17.2	3	1	Растет одиночно
20.	Betula pendula	57	16.6	1	1	Растет молодая поросль, с одного корня 3 ствола
21.	Betula pendula	38	13.9	3	1	Растет одиночно
22.	Betula pendula	24	9.1	3	1	Растет одиночно
23.	Betula pendula	24	8.2	1	2	Растет молодая поросль, с одного корня 3 ствола
24.	Betula pendula	99	17.2	3	1	Растет одиночно
25.	Betula pendula	84	20.5	1	3	Растет молодая поросль, с одного корня 3 ствола
26.	Betula pendula	68	23.6	3	1	Растет одиночно
27.	Betula pendula	64	21.5	1	1	С одного корня 2 дерева
28.	Betula pendula	106	17.8	3	1	Растет одиночно
29.	Betula pendula	59	19.2	1	2	С одного корня 2 дерева
30.	Betula pendula	24	9.7	1	1	Рядом растет молодая поросль
31.	Betula pendula	20	7.3	1	1	С одного корня 3 ствола, 1 ствол пень
32.	Betula pendula	14	5.5	2	1	Рядом растет молодая поросль
33.	Betula pendula	61	15.6	1	1	С одного корня 3 ствола, 1 ствол пень
34.	Betula pendula	83	18.7	1	1	С одного корня 2 ствола
35.	Betula pendula	64	18.8	1	2	С одного корня 2 ствола
36.	Betula pendula	106	17.9	2	1	Растет одиночно, рядом пень
37.	Betula pendula	101	16.8	1	1	С одного корня 2 ствола + молодая поросль
38.	Betula pendula	82	17.8	1	1	С одного корня 2 ствола, 1 ствол – пень

39.	Betula pendula	157	19	3	1	Растет одиночно
40.	Betula pendula	57	17.7	2	1	Нижние ветви сухие
41.	Betula pendula	71	17.5	3	1	Растет одиночно
42.	Betula pendula	110	18.1	1	1	С одного корня 2 дерева + молодая поросль
43.	Betula pendula	113	20.6	1	1	
44.	Betula pendula	45	16.8	1	2	С одного корня 3 дерева 1 дерево сухое
45.	Betula pendula	62	17.9	1	1	С одного корня 3 дерева 1 дерево сухое
46.	Betula pendula	55	16.7	3	1	Растет одиноко
47.	Betula pendula	60	18.4	1	1	Растет одиноко
48.	Betula pendula	30	15.5	2	1	Рядом растет молодая поросль
49.	Betula pendula	30	9.7	3	1	Растет одиноко
50.	Betula pendula	44	13.2	3	1	Растет одиноко
51.	Betula pendula	51	15.6	3	1	Растет одиноко
52.	Betula pendula	73	17.2	3	1	Растет одиноко
53.	Betula pendula	56	20.3	1	1	С одного корня 2 дерева
54.	Betula pendula	58	16.2	1	2	С одного корня 2 дерева
55.	Betula pendula	23	7.3	3	1	Растет одиночно
56.	Betula pendula	116	17.6	3	1	Растет одиночно
57.	Betula pendula	74	19.6	2	1	
58.	Betula pendula	59	14.3	3	1	Растет одиноко
59.	Betula pendula	76	22	3	1	С одного корня 2 дерева
60.	Betula pendula	66	20.1	3	2	С одного корня 2 дерева
61.	Betula pendula	105	21.9	3	1	Растет одиноко
62.	Betula pendula	47	11.6	3	1	Растет одиноко
63.	Betula pendula	45	14.4	3	1	С одного корня 2 ствола
64.	Betula pendula	44	11.9	3	1	С одного корня 2 ствола
65.	Betula pendula	78	18.4	1	1	
66.	Betula pendula	67	21.1	1	1	
67.	Betula pendula	31	15.1	2	1	
68.	Betula pendula	88	20.1	1	1	
69.	Betula pendula	33	11.5	2	1	
70.	Betula pendula	19	10.9	1	1	
71.	Betula pendula	49	17.2	1	1	
72.	Betula pendula	74	22.2	1	1	Рядом растет пенёк
73.	Betula pendula	59	17.1	2	1	
74.	Betula pendula	37	16.3	1	3	С одного корня 3 дерева
75.	Betula pendula	46	18.7	1	2	С одного корня 3 дерева
76.	Betula pendula	84	22.2	1	1	
77.	Betula pendula	59	19.4	1	1	С одного корня 3 дерева
78.	Betula pendula	53	13.5	1	1	
79.	Betula pendula	71	19.8	1	1	С одного корня 2 дерева
80.	Betula pendula	41	14.3	1	1	
81.	Betula pendula	52	18.2	1	1	С одного корня 2 дерева
82.	Betula pendula	30	10.5	1	1	

83.	Betula pendula	67	15.8	1	1	Нижние ветви сухие
84.	Betula pendula	11	4.1	1	2	
85.	Betula pendula	67	17.2	3	1	
86.	Betula pendula	73	18.8	3	1	Растет одиночно
87.	Betula pendula	34	12.7	3	1	Растет одиночно
88.	Betula pendula	21	8.7	3	1	Растет одиночно
89.	Betula pendula	57	17.2	2	1	
90.	Betula pendula	65	18.6	3	1	Растет одиночно
91.	Betula pendula	49	10.4	3	1	Растет одиночно
92.	Betula pendula	44	16.7	1	1	
93.	Betula pendula	81.5	20.3	1	1	
94.	Betula pendula	11	6.9	1	1	
95.	Betula pendula	13	5.8	3	1	Растет одиночно
96.	Betula pendula	75	17.5	3	1	Растет одиночно
97.	Betula pendula	91	17.9	3	1	Растет одиночно
98.	Betula pendula	72	29.7	3	1	Растет одиночно
99.	Betula pendula	78	18.6	1	1	С одного корня 2 ствола, 2-й ствол – пень
100.	Betula pendula	90	17.1	3	1	Растет одиночно
101.	Betula pendula	60	18	1	1	в окружении кустарников
102.	Betula pendula	23	7,1	1	2	в окружении кустарников
103.	Betula pendula	62	11,8	2	1	
104.	Betula pendula	73	10,6	2	1	
105.	Betula pendula	59	9,7	2	2	
106.	Betula pendula	64	9,7	1	1	с одного корня 2 ствола
107.	Betula pendula	34	8,4	1	2	
108.	Betula pendula	23	9	1	3	
109.	Betula pendula	55	8,2	2	1	
110.	Betula pendula	15	9,2	2	2	
111.	Betula pendula	72	8,5	1	1	
112.	Betula pendula	38	8,8	2	1	
113.	Betula pendula	37	9,7	2	2	
114.	Betula pendula	69	10,1	1	1	
115.	Betula pendula	26	8,9	1	1	
116.	Betula pendula	42	8,2	1	1	
117.	Betula pendula	48	7,3	2	1	в окружении кустарников
118.	Betula pendula	38	7,5	2	1	
119.	Betula pendula	68	8,7	2	1	
120.	Betula pendula	43	8,5	3	1	
121.	Betula pendula	68	7	2	1	в окружении кустарников
122.	Betula pendula	25	6,1	3	1	
123.	Betula pendula	23	6,5	2	1	
124.	Betula pendula	35	8,5	2	2	
125.	Betula pendula	46	6,2	3	1	
126.	Betula pendula	45	6	2	1	
127.	Betula pendula	76	9,5	1	1	
128.	Betula pendula	57	8,9	1	1	
129.	Betula pendula	48	7,7	1	1	

130.	<i>Betula pendula</i>	20	7,9	3	2	
131.	<i>Betula pendula</i>	65	7,6	2	2	
132.	<i>Betula pendula</i>	28	6,7	2	1	
133.	<i>Betula pendula</i>	40	6,8	3	1	
134.	<i>Betula pendula</i>	59	6,2	1	1	в окружении кустарников
135.	<i>Betula pendula</i>	48	8,1	3	1	
136.	<i>Betula pendula</i>	31	6,8	3	2	
137.	<i>Betula pendula</i>	30	7,2	1	3	в окружении кустарников
138.	<i>Betula pendula</i>	72	10,5	1	1	с одного корня 2 ствола
139.	<i>Betula pendula</i>	33	9,8	1	2	
140.	<i>Betula pendula</i>	39	8,8	1	2	с одного корня 2 ствола
141.	<i>Betula pendula</i>	68	12,2	1	1	
142.	<i>Betula pendula</i>	38	10,4	1	1	в окружении кустарников
143.	<i>Betula pendula</i>	60	10,7	1	1	
144.	<i>Betula pendula</i>	58	10,5	1	1	с одного корня 2 ствола
145.	<i>Betula pendula</i>	30	11,9	1	2	
146.	<i>Betula pendula</i>	60	10,2	3	1	
147.	<i>Betula pendula</i>	62	9,9	2	1	в окружении кустарников
148.	<i>Betula pendula</i>	23	8	2	1	в окружении кустарников
149.	<i>Betula pendula</i>	55	10,8	2	1	рядом 2 пня
150.	<i>Pinus sylvestris</i>	180	13,6	3	1	
151.	<i>Betula pendula</i>	93	12,7	1	1	
152.	<i>Betula pendula</i>	70	13,3	3	1	растет одиноко
153.	<i>Pinus sylvestris</i>	192	12,5	3	1	растет одиноко
154.	<i>Betula pendula</i>	116	10,5	3	1	растет одиноко
155.	<i>Pinus sylvestris</i>	252	12,1	3	1	
156.	<i>Betula pendula</i>	169	12,2	3	1	
157.	<i>Larix sibirica</i>	172	7,6	3	1	Вне зоны в окружении кустарников
158.	<i>Larix sibirica</i>	246	12,8	3	1	растет одиноко
159.	<i>Pinus sibirica</i>	44	6,5	1	2	на расстоянии 2 м др от др.
160.	<i>Betula pendula</i>	53	9,4	1	1	
161.	<i>Picea obovata</i>	46	9,3	1	1	на расстоянии 1 м др от др.
162.	<i>Betula pendula</i>	24	9,1	1	2	
163.	<i>Betula pendula</i>	69	10,6	1	1	на расстоянии 1,5 метра др. от др.
164.	<i>Picea obovata</i>	63	9,4	1	2	
165.	<i>Larix sibirica</i>	89	10,5	1	1	на расстоянии 2 м др от др.
166.	<i>Betula pendula</i>	70	12,8	1	2	
167.	<i>Picea obovata</i>	95	12,6	2	2	на расстоянии 3 м. др. от др.
168.	<i>Betula pendula</i>	143	13,7	2	1	
169.	<i>Picea obovata</i>	67	8,5	1	2	на расстоянии 0,5 м. др. от др.
170.	<i>Picea obovata</i>	83	12	1	1	
171.	<i>Picea obovata</i>	56	9,2	1	3	
172.	<i>Picea obovata</i>	64	10,2	1	2	
173.	<i>Picea obovata</i>	176	11,7	1	1	
174.	<i>Picea obovata</i>	154	14,2	1	1	

175.	Larix sibirica	136	11,3	3	1	
176.	Larix sibirica	110	11,9	3	1	
177.	Larix sibirica	83	14,9	1	1	
178.	Picea obovata	63	10,8	1	1	
179.	Picea obovata	259	28,8	3	1	
180.	Larix sibirica	74	12,8	1	1	
181.	Larix sibirica	108	12,7	3	1	в окружении кустарников
182.	Picea obovata	96	11,9	1	1	в окружении кустарников
183.	Picea obovata	109	11,4	1	1	в окружении кустарников
184.	Picea obovata	116	9,8	1	1	в окружении кустарников
185.	Picea obovata	60	10,8	1	1	в окружении кустарников
186.	Picea obovata	135	15,2	1	1	в окружении кустарников
187.	Picea obovata	94	13,2	2	1	
188.	Picea obovata	55	10,3	1	2	
189.	Picea obovata	78	8,7	1	1	
190.	Pinus sibirica	51	10,4	1	2	
191.	Picea obovata	110	14,2	1	1	
192.	Picea obovata	110	17,3	1	1	
193.	Picea obovata	91	10,9	1	1	
Среднее значение:		66,7	5,3	1,2	1,1	
Betula pendula		158				
Picea obovata		22				
Larix sibirica		8				
Pinus sylvestris		3				
Pinus sibirica		2				

Площадка В- 6

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкурентия (К)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	67	22.1	1	3	С одного корня 3 дерева + рядом молодая поросль
2.	Betula pendula	41	7	1	2	
3.	Betula pendula	83	22.6	1	2	С одного корня 3 дерева + рядом молодая поросль
4.	Betula pendula	24	5.6	1	3	
5.	Betula pendula	49	11.2	1	2	
6.	Betula pendula	116	22.3	1	1	С одного корня 3 дерева + рядом молодая поросль
7.	Betula pendula	53	16.1	1	1	
8.	Betula pendula	111	22.9	3	1	Растет одиноко
9.	Betula pendula	24	7.1	1	2	
10.	Betula pendula	21	4	1	3	
11.	Betula pendula	38	15.3	1	2	
12.	Betula pendula	136	21.2	3	1	Растет одиноко

13.	Betula pendula	39	12.2	3	1	Растет одиночно
14.	Larix sibirica	71	14	3	1	Растет одиночно
15.	Betula pendula	16	6.1	1	3	
16.	Betula pendula	130	20.9	3	1	Растет одиноко
17.	Betula pendula	161	19	3	1	Растет одиноко
18.	Betula pendula	68	15.4	1	1	Рядом растет молодая поросль
19.	Betula pendula	57	17.3	3	1	Растет одиноко
20.	Betula pendula	138	24.3	1	1	
21.	Betula pendula	40	16.4	1	2	
22.	Betula pendula	150	16.2	1	1	Рядом растет пень
23.	Betula pendula	123	19.5	1	1	
24.	Betula pendula	185	22.4	3	1	Растет одиноко
25.	Larix sibirica	27	56	3	1	Растет одиноко
26.	Betula pendula	123	24.8	1	1	Рядом молодая поросль
27.	Larix sibirica	88	18.4	3	1	Растет одиноко
28.	Betula pendula	192	21.4	3	1	Растет одиночно
29.	Betula pendula	124	19.3	3	1	Растет одиночно
30.	Betula pendula	164	20.2	3	1	Растет одиночно
31.	Betula pendula	156	18.9	3	1	Растет одиночно
32.	Betula pendula	145	20	3	1	Растет одиночно
33.	Betula pendula	136	21	1	1	С одного корня растут 2 ствола
34.	Betula pendula	125	20.5	1	2	С одного корня растут 2 ствола
35.	Larix sibirica	75	16.1	3	1	Растет одиночно
36.	Larix sibirica	84	19.4	1	1	
37.	Larix sibirica	104	19.4	1	1	
38.	Larix sibirica	81	20.9	1	1	
39.	Larix sibirica	72	17.5	3	1	Растет одиноко На расстоянии 3 м находится береза В4
40.	Larix sibirica	78	17.9	3	1	На расстоянии 2,5 м растет береза (В3)
41.	Betula pendula	74	19.7	3	1	(В 3)
42.	Betula pendula	94	22.5	1	1	
43.	Betula pendula	144	21.1	3	1	Растет одиноко
44.	Betula pendula	41	11.7	1	3	С одного корня растут 3 дерева
45.	Betula pendula	82	21.4	1	2	С одного корня растут 3 дерева
46.	Betula pendula	107	21.1	1	1	С одного корня растут 3 дерева
47.	Betula pendula	88	18.2	1	1	С одного корня 2 дерева
48.	Betula pendula	59	16.4	1	2	С одного корня 2 дерева
49.	Larix sibirica	28	9.1	1	1	Рядом растет береза, лиственница доминирует
50.	Larix sibirica	77	15.7	1	1	
51.	Larix sibirica	21	6.3	1	1	Рядом растет береза

52.	Betula pendula	94	22.1	1	3	С одного корня 3 дерева
53.	Betula pendula	71	18.4	1	2	С одного корня 3 дерева
54.	Betula pendula	97	20.1	1	1	С одного корня 3 дерева
55.	Betula pendula	97	26.9	1	1	
56.	Betula pendula	46	17.8	1	1	
57.	Betula pendula	68	17.9	1	1	
58.	Betula pendula	108	21.4	1	1	
59.	Betula pendula	93	25.2	1	1	С одного ствола 2 дерева
60.	Betula pendula	13	4.8	1	3	
61.	Betula pendula	41	12.9	1	2	
62.	Betula pendula	58	17.6	1	1	
63.	Betula pendula	56	15.6	1	2	С одного ствола 2 дерева
64.	Betula pendula	67	16.7	1	2	С одного ствола 2 дерева + молодая поросль
65.	Betula pendula	77	18.6	1	1	С одного корня 2 дерева + молодая поросль
66.	Betula pendula	93	19.5	1	1	
67.	Betula pendula	108	21.2	1	1	С одного корня 3 дерева + молодая поросль
68.	Betula pendula	97	17.6	1	1	
69.	Betula pendula	102	20.4	1	1	С одного корня 2 дерева
70.	Betula pendula	108	19.8	1	1	
71.	Betula pendula	103	22.2	1	1	
72.	Larix sibirica	128	15.	3	1	2 керна ,
73.	Larix sibirica	121.5	15.4	3	1	
74.	Larix sibirica	115	16.2	3	1	
75.	Betula pendula	138	11.2	3	1	
76.	Betula pendula	127	19.1	3	1	
77.	Betula pendula	136	15.3	3	1	
78.	Larix sibirica	84	13.5	3	1	
79.	Larix sibirica	107	18.8	3	1	Растет одиноко
80.	Pinus sibirica	89	17.1	3	1	
81.	Pinus sibirica	117	16.6	3	1	
82.	Pinus sibirica	112	16.7	3	1	Растет одиночно
83.	Pinus sibirica	75.5	17.1	1	1	
84.	Pinus sibirica	72	17.8	1	1	
85.	Pinus sibirica	98	14.9	3	1	Растет одиноко
86.	Pinus sibirica	78	16.7	1	1	
87.	Betula pendula	102	19.3	2	1	С одного корня 2 ствола, 2-й ствол – пень
88.	Betula pendula	98	19.7	1	1	Молодая поросль
89.	Pinus sibirica	105	19.4	3	1	Растет одиночно
90.	Betula pendula	99	21	2	1	Рядом растет пень
91.	Pinus sibirica	90	16.8	3	1	Растет одиноко
92.	Pinus sibirica	102.5	17.4	3	1	Растет одиноко
93.	Betula pendula	94	17.4	3	1	
94.	Pinus sibirica	101	17.3	3	1	Растет одиноко

95.	Pinus sibirica	104	17.8	3	1	Растет одиноко
96.	Pinus sibirica	115.5	17.4	3	1	Растет одиноко
97.	Pinus sibirica	126.5	18.2	3	1	Растет одиноко
98.	Pinus sibirica	90	18.8	3	1	Растет одиноко
99.	Betula pendula	69.5	17.1	3	1	Растет одиноко
100.	Betula pendula	78.6	15	3	1	Растет одиноко,
101.	Pinus sibirica	96	18.5	3	1	Растет одиноко
102.	Betula pendula	78	19.9	3	1	Растет одиноко
103.	Pinus sibirica	84	19	3	1	Растет одиноко
104.	Pinus sibirica	113	19.7	3	1	Растет одиноко
105.	Betula pendula	88	18.3	1	1	С одного корня 2 ствола
106.	Betula pendula	78	18.3	1	2	С одного корня 2 ствола
107.	Betula pendula	106.7	18.8	3	1	Растет одиночно
108.	Betula pendula	88	14.4	3	1	Растет одиночно
109.	Pinus sibirica	90	18.2	3	1	Растет одиночно
110.	Betula pendula	78	17.9	3	1	Растет одиночно
111.	Betula pendula	77	17.8	1	1	Из одного корня 3 дерева , 2 ствола - пеня
112.	Pinus sibirica	73	20.9	3	1	Растет одиноко
113.	Betula pendula	114	21.2	3	1	Растет одиноко
114.	Pinus sibirica	65	20.9	1	1	
115.	Betula pendula	58	17.9	1	1	
116.	Betula pendula	75	16.4	1	1	Рядом растет молодая поросль
117.	Betula pendula	115	22.5	3	1	Растет одиночно
118.	Pinus sibirica	78	18.6	3	1	Растет одиночно
119.	Betula pendula	46	14.4	1	2	С одного корня растут 2 дерева
120.	Betula pendula	88.5	21	1	1	С одного корня растут 2 дерева
121.	Betula pendula	67	16.9	3	1	Растет одиноко
122.	Betula pendula	52	12.6	3	1	Растет одиноко
123.	Pinus sibirica	85	16.3	3	1	Растет одиноко
124.	Betula pendula	46	13.1	1	1	С одного корня 2 дерева
125.	Pinus sibirica	98	10.7	3	1	Растет одиноко
126.	Pinus sibirica	101	11.5	3	1	Растет одиноко
127.	Pinus sibirica	120	14.3	3	1	Растет одиноко
128.	Pinus sibirica	117.5	18.5	3	1	Растет одиноко
129.	Pinus sibirica	90	18	3	1	Растет одиноко
130.	Pinus sibirica	107	19.4	2	1	Растет в окружении кустарников на расстоянии 2 м растет молод. береза
131.	Betula pendula	110	18.9	2	1	Растет в окружении кустарников
132.	Betula pendula	136.5	19.7	3	1	Растет одиноко, в ложбине
133.	Betula pendula	130	20.6	2	1	В окружении кустарников
134.	Betula pendula	109	18.1	3	1	Растет одиноко
135.	Larix sibirica	74	11,6	3	1	
136.	Larix sibirica	12,5	101	3	1	

137.	Betula pendula	82	12,4	1	2	с одного корня 2 ствола
138.	Betula pendula	147	13,6	1	1	
139.	Larix sibirica	80	15,1	1	1	
140.	Larix sibirica	114	15,2	1	1	
141.	Larix sibirica	78	14,1	1	2	
142.	Betula pendula	117	11,8	3	1	
143.	Betula pendula	97	14,1	3	1	
144.	Betula pendula	121	15	2	1	
145.	Betula pendula	72	13,1	1	2	
146.	Betula pendula	27	9	1	3	
147.	Betula pendula	161	17,4	3	1	рядом упавшее дерево
148.	Betula pendula	147	15,1	1	1	с одного корня 2 ствола
149.	Betula pendula	121	15	1	2	
150.	Larix sibirica	124	14,3	3	1	
151.	Larix sibirica	100	14,1	3	1	
152.	Betula pendula	109	16,9	1	1	с одного корня 3 ствола
153.	Betula pendula	65	13,5	1	2	
154.	Betula pendula	20	5	1	3	
155.	Larix sibirica	87	12,4	3	1	
156.	Larix sibirica	93	12,8	3	1	
157.	Larix sibirica	118	11	3	1	
158.	Betula pendula	140	11,2	3	1	
159.	Betula pendula	168	13	1	1	с одного корня 2 ствола
160.	Betula pendula	142	13,9	1	2	
161.	Betula pendula	94	13,7	1	1	с одного корня 2 ствола
162.	Betula pendula	85	14	1	2	
163.	Betula pendula	146	16,2	3	1	
164.	Betula pendula	152	17,4	3	1	
165.	Betula pendula	146	17,1	1	1	с одного корня 2 ствола
166.	Betula pendula	142	17,2	1	2	
167.	Betula pendula	55	13,4	3	2	
168.	Larix sibirica	139	17,8	3	1	
169.	Larix sibirica	87	15,7	3	1	
170.	Larix sibirica	86	14,1	1	1	
171.	Larix sibirica	71	14,3	1	2	
172.	Larix sibirica	97	15	1	1	
173.	Larix sibirica	104	16,7	1	1	
174.	Larix sibirica	97	17,4	2	1	
175.	Larix sibirica	72	14,4	1	2	
176.	Larix sibirica	103	18	1	1	
177.	Larix sibirica	124	18,1	3	1	
178.	Betula pendula	133	13,3	1	1	с одного корня 2 ствола
179.	Betula pendula	125	13,1	1	2	
180.	Betula pendula	99	13,8	2	2	
181.	Betula pendula	119	13,4	2	1	
182.	Betula pendula	113	12	3	1	
183.	Larix sibirica	109	10,7	3	1	
184.	Larix sibirica	89	11,2	3	1	

185.	Betula pendula	94	13,1	1	1	с одного корня 2 ствола
186.	Betula pendula	66	12	1	2	
187.	Larix sibirica	139	15,4	3	1	
188.	Larix sibirica	52	13,8	3	1	
189.	Larix sibirica	136	16,2	3	1	
190.	Larix sibirica	45	8,6	1	2	
191.	Larix sibirica	94	16,3	1	1	
192.	Larix sibirica	103	16,5	1	1	
193.	Larix sibirica	99	16,2	1	1	
194.	Larix sibirica	100	16,4	1	1	
195.	Betula pendula	108	15,2	3	1	
196.	Larix sibirica	98	14,2	1	1	
197.	Betula pendula	135	14,8	1	1	
198.	Betula pendula	44	9,3	1	2	
199.	Betula pendula	129	22,9	2	1	Вне зоны
200.	Betula pendula	102	19,4	1	1	
201.	Betula pendula	95	19,3	1	1	
202.	Larix sibirica	135	22,4	3	1	
203.	Larix sibirica	133	22,6	3	1	
204.	Betula pendula	103	20,6	1	1	
205.	Larix sibirica	115	23,1	3	1	
206.	Larix sibirica	123	21,2	3	1	
207.	Larix sibirica	108	21,3	2	1	
208.	Larix sibirica	112	20,8	2	1	
209.	Larix sibirica	127	20,4	3	1	
210.	Betula pendula	117	20,9	1	1	
211.	Betula pendula	116	22,6	1	1	
212.	Betula pendula	94	19,1	3	1	
213.	Betula pendula	105	16,8	3	1	
214.	Larix sibirica	106	17,8	3	1	
215.	Larix sibirica	118	17,9	3	1	
216.	Larix sibirica	155	19,5	3	1	
217.	Betula pendula	125	20,4	1	1	
218.	Betula pendula	89,7	17,8	3	1	
Среднее значение:		91	7,4	2,1	1,2	
Betula pendula		131				
Larix sibirica		58				
Pinus sibirica		29				

Площадка S 3-1

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкуренция (К)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	198	13.2	3	1	Растет одиноко. на склоне

2.	Betula pendula	103	13.1	1	1	С одного корня 3 дерева
3.	Betula pendula	60	13.5	1	2	С одного корня 3 дерева
4.	Betula pendula	128	12.8	1	3	С одного корня 3 дерева
5.	Betula pendula	121	13.5	3	1	ВЗ находится на расстоянии 1,5 м от L 1
6.	Larix sibirica	135	14.8	3	1	Растет одиноко
7.	Larix sibirica	134	17.7	3	1	Растет одиноко
8.	Betula pendula	94	11.7	3	1	Растет одиноко
9.	Larix sibirica	97	13.4	3	1	Растет одиноко
10.	Larix sibirica	124	17	2	1	Растет одиноко рядом растет пень
11.	Betula pendula	138	10	1	1	
12.	Larix sibirica	173	14.8	3	1	Растет одиноко
13.	Larix sibirica	140	14.5	1	1	С одного ствола 2 дерева
14.	Larix sibirica	123	15.8	1	2	С одного ствола 2 дерева
15.	Betula pendula	109	12.8	3	1	Растет одиноко
16.	Betula pendula	95	13.1	3	1	Растет одиноко
17.	Betula pendula	101	15.9	3	1	Растет одиноко
18.	Betula pendula	97	15.1	3	1	Растет одиноко
19.	Larix sibirica	93	15.2	3	1	Растет одиноко
20.	Larix sibirica	87	12.3	3	1	Растет одиноко
21.	Betula pendula	89	14.1	3	1	Растет одиноко
22.	Betula pendula	136	15	3	1	Растет одиноко
23.	Betula pendula	103	16.1	1	1	
24.	Larix sibirica	140	19.8	3	1	Растет одиноко
25.	Larix sibirica	137	17.1	2	1	Растет одиноко, Рядом кустарники
26.	Larix sibirica	64	12.8	3	1	Растет одиноко
27.	Larix sibirica	80	15.3	2	1	
28.	Larix sibirica	81	12.3	2	1	
29.	Larix sibirica	161	20.2	3	1	Растет одиноко
30.	Larix sibirica	91	16.4	2	1	Рядом растут кустарники
31.	Betula pendula	101	14.9	3	1	Растет одиноко
32.	Betula pendula	95	16.9	1	2	С одного корня 2 дерева
33.	Betula pendula	111	15.1	1	1	С одного корня 2 дерева
34.	Betula pendula	138	19.2	1	1	С одного корня 2 дерева
35.	Betula pendula	86	15.5	1	2	С одного корня 2 дерева
36.	Betula pendula	80	15.7	3	1	Растет одиноко
37.	Betula pendula	71	13.4	3	1	Растет одиноко
38.	Larix sibirica	45	9.4	3	1	Растет одиноко
39.	Betula pendula	70	14.3	3	1	Растет одиноко
40.	Larix sibirica	84	12.2	3	1	Растет одиноко
41.	Larix sibirica	83	10.6	3	1	Растет одиноко
42.	Larix sibirica	13.4	87	3	1	Растет одиноко
43.	Betula pendula	127	20	3	1	Растет одиноко
44.	Larix sibirica	97	15.5	3	1	Растет одиноко
45.	Betula pendula	64	14	3	1	Растет одиноко
46.	Betula pendula	118	9.1	3	1	Растет одиноко

47.	Larix sibirica	109	16,5	3	1	Растет одиноко
48.	pinus sibirica	192	24,5	2	1	в окружении кустарников
49.	Larix sibirica	137	20,7	2	1	в окружении кустарников
50.	Larix sibirica	100	18,6	3	1	в окружении кустарников
51.	Larix sibirica	55	11,5	1	2	в окружении кустарников с одного корня 2 ствола
52.	Larix sibirica	101	30,5	1	1	
53.	Larix sibirica	110	37,2	1	1	в окружении кустарников
54.	Larix sibirica	29	5,2	1	1	в окружении кустарников
55.	Larix sibirica	156	30,2	1	1	в окружении кустарников
56.	Larix sibirica	77	35,5	2	1	в окружении кустарников
57.	Larix sibirica	120	26	2	1	в окружении кустарников
58.	Larix sibirica	30	5,8	1	1	в окружении кустарников
59.	Larix sibirica	35	8,5	1	1	в окружении кустарников
60.	Larix sibirica	78	14,9	1	1	в окружении кустарников
61.	Larix sibirica	92	12,3	1	1	в окружении кустарников
62.	pinus sibirica	101	10,1	3	1	в окружении кустарников
63.	Sorbus aucuparia - рябина	24	6,3	1	2	в окружении кустарников
64.	Larix sibirica	94	10,2	1	1	в окружении кустарников
65.	Larix sibirica	58	98	1	1	в окружении кустарников
66.	Larix sibirica	86	18,2	1	1	в окружении кустарников
67.	Larix sibirica	68	13,1	1	1	в окружении кустарников
68.	Larix sibirica	83	14	2	1	в окружении кустарников
69.	Larix sibirica	60	10,4	2	1	в окружении кустарников
70.	Larix sibirica	105	14,9	2	1	в окружении кустарников
71.	Larix sibirica	54	7,4	2	1	в окружении кустарников
72.	Larix sibirica	97	14,4	2	1	в окружении кустарников
73.	pinus sibirica	65	10,7	1	1	в окружении кустарников
74.	Larix sibirica	62	9,2	3	1	в окружении кустарников
75.	pinus sibirica	57	11,9	2	1	в окружении кустарников
76.	pinus sibirica	70	10,3	2	1	в окружении кустарников
77.	pinus sibirica	91	13,4	3	1	
78.	pinus sibirica	50	7,4	1	1	
79.	pinus sibirica	65	12,4	1	1	
80.	pinus sibirica	73	14,1	2	1	
81.	pinus sibirica	32	6,7	1	2	
82.	pinus sibirica	70	12	1	2	
83.	pinus sibirica	31	6,7	3	2	
84.	pinus sibirica	81	10,2	1	1	
85.	pinus sibirica	56	9,5	3	1	
86.	pinus sibirica	95	15	3	1	
87.	pinus sibirica	75	13,9	3	1	
88.	pinus sibirica	87	14,2	1	1	
89.	pinus sibirica	89	21,6	3	1	
90.	pinus sibirica	103	16	3	1	
91.	pinus sibirica	93	12	3	1	
92.	pinus sibirica	66	11,5	3	1	

93.	pinus sibirica	51	9,7	3	1	в окружении кустарников
94.	Larix sibirica	166	29,8	3	1	в окружении кустарников
95.	Larix sibirica	180	20,4	1	1	в окружении кустарников
96.	Larix sibirica	84	22	3	1	в окружении кустарников
97.	Larix sibirica	84	12,9	3	1	в окружении кустарников
98.	Larix sibirica	79	28	3	1	в окружении кустарников
99.	Larix sibirica	99	27	1	1	в окружении кустарников
100.	Larix sibirica	55	20	1	1	в окружении кустарников
101.	Larix sibirica	115	25,3	1	1	в окружении кустарников
102.	Larix sibirica	58	11	1	2	в окружении кустарников
103.	Larix sibirica	56	12	1	2	
104.	Larix sibirica	129	25,5	3	1	
105.	Larix sibirica	224	25,3	3	1	
106.	Larix sibirica	94	16	3	1	
107.	Larix sibirica	75	18,2	3	1	
108.	Larix sibirica	62	14,7	3	1	
109.	Larix sibirica	96	20	3	1	
110.	Larix sibirica	158	25	3	1	
111.	Larix sibirica	64	17,1	3	1	
112.	Larix sibirica	120	21	1	1	
Среднее значение:		93,8	11,6	1,3	1,1	
Larix sibirica		64				
Betula pendula		25				
pinus sibirica		22				
Sorbus aucuparia		1				

Площадка S 4-1

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкуренция (K)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Larix sibirica	85	12.5	1	1	Растет в окружении кустарников
2.	Larix sibirica	124	15.8	1	1	Растет в окружении кустарников, рядом на расстоянии 1,5 м растет молодая лиственница
3.	Larix sibirica	104	13.8	1	1	Растет в окружении кустарников
4.	Larix sibirica	82	15.1	1	1	В окружении кустарников
5.	Larix sibirica	87	15.1	1	1	В окружении кустарников
6.	Larix sibirica	103	18	1	1	В окружении кустарников
7.	Larix sibirica	135	16	1	1	В окружении кустарников
8.	Larix sibirica	100	13.6	1	1	В окружении кустарников
9.	Larix sibirica	88	15.5	1	1	На расстоянии 0,5 м растут 3

						молодые лиственницы
10.	Larix sibirica	104	11.6	1	1	В окружении кус тарников, на расс тоянии 1 м моло дая лиственница
11.	Larix sibirica	209	14,7	3	1	
12.	Larix sibirica	207	13,5	3	1	
13.	pinus sibirica	33	5,4	2	2	
14.	pinus sibirica	31	8	2	2	
15.	pinus sibirica	30	6,3	1	2	
16.	pinus sibirica	37	6,4	1	2	
17.	pinus sibirica	18	3,6	2	2	
18.	pinus sibirica	22	4	1	2	
19.	pinus sibirica	40	6,4	2	2	
20.	pinus sibirica	38	6,3	2	2	
21.	pinus sibirica	25	4,3	2	2	
22.	pinus sibirica	21	4	1	2	
23.	Larix sibirica	70	10,3	3	1	
24.	Larix sibirica	103	18,5	3	1	
25.	Larix sibirica	110	17,8	3	1	
26.	Larix sibirica	88	16,9	3	1	
27.	Larix sibirica	69	10,6	3	1	
28.	Larix sibirica	58	12,4	3	1	
29.	Larix sibirica	49	12,2	3	1	
30.	Larix sibirica	102	17,5	3	1	
31.	Larix sibirica	125	22,2	3	1	
32.	Larix sibirica	135	19,9	3	1	
33.	Larix sibirica	90	16,4	3	1	
34.	Larix sibirica	86	19,9	3	1	
35.	Larix sibirica	78	18,8	1	2	
36.	Larix sibirica	47	16,1	3	1	
37.	Larix sibirica	115	25,5	1	1	
38.	Larix sibirica	33	9,4	1	2	
39.	Larix sibirica	26	6,6	1	2	
40.	Larix sibirica	23	7,5	1	2	
41.	Larix sibirica	57	10,9	2	2	
42.	Larix sibirica	30	6,1	3	2	
43.	Larix sibirica	97	19,8	1	1	
44.	Larix sibirica	85	13,7	1	1	
45.	Larix sibirica	75	19,5	1	1	
46.	Larix sibirica	47	11,8	2	2	
47.	Larix sibirica	39	6,2	1	2	
48.	Larix sibirica	80	17,5	1	1	в окружении кустарников
49.	Larix sibirica	29	4,7	1	2	в окружении кустарников
50.	Larix sibirica	36	8,2	1	2	в окружении кустарников
51.	Larix sibirica	24	4,5	1	3	в окружении кустарников
52.	Larix sibirica	51	8,7	1	2	в окружении кустарников
53.	Larix sibirica	37	8,5	1	2	в окружении кустарников
54.	Larix sibirica	15	4,9	1	3	в окружении кустарников

55.	Larix sibirica	22	6,2	1	3	в окружении кустарников
56.	Larix sibirica	30	11,5	1	2	в окружении кустарников
57.	Larix sibirica	41	9,2	1	2	в окружении кустарников
58.	Larix sibirica	108	11,4	2	1	в окружении кустарников
59.	Larix sibirica	97	19	2	1	в окружении кустарников
60.	Larix sibirica	50	11,2	3	2	в окружении кустарников
61.	Larix sibirica	51	5,3	3	2	
62.	Larix sibirica	50	7,5	3	2	
63.	Larix sibirica	95	22,9	2	1	
64.	Larix sibirica	87	16,5	2	1	
65.	Larix sibirica	82	16,1	2	1	
66.	Larix sibirica	27	5,6	2	3	
67.	Larix sibirica	32	5	1	3	
68.	Larix sibirica	46	9,6	1	2	
69.	Larix sibirica	86,5	21,2	1	1	
70.	Larix sibirica	18	2,9	1	3	
71.	Larix sibirica	29	2	1	3	
72.	Larix sibirica	20	7,8	1	3	в окружении кустарников
73.	Larix sibirica	19	7,2	1	3	в окружении кустарников
74.	Larix sibirica	21	5,4	1	3	в окружении кустарников
75.	Larix sibirica	51	15,1	2	2	
76.	Larix sibirica	18	5,6	2	3	
77.	Larix sibirica	24	8	2	2	
78.	Larix sibirica	21	5,6	2	3	
79.	Larix sibirica	25	4,9	2	3	
80.	Larix sibirica	54	13,2	2	2	
81.	Larix sibirica	35	10,2	2	2	
82.	Larix sibirica	47	11,3	2	2	
83.	Larix sibirica	27	6,4	2	3	
84.	Larix sibirica	32	8,9	1	3	
85.	Larix sibirica	78	12,4	1	2	
86.	Larix sibirica	131	22,4	1	1	
87.	Larix sibirica	25	3,6	1	3	
88.	Larix sibirica	34	5,7	1	2	
89.	Larix sibirica	78	15	1	1	
90.	Larix sibirica	93	20	3	1	
91.	Larix sibirica	62	15,8	1	2	
92.	Larix sibirica	31	5,8	1	2	
93.	Larix sibirica	58	15,1	1	2	
Среднее значение:		62	10,1	1,2	1,4	
Larix sibirica		83				
Pinus sibirica		10				

Площадка S 1

№	Вид	Диам стр	Высота (H)	Конк уренц	Доми натн	Примечание
---	-----	-------------	---------------	---------------	--------------	------------

		(D)		ия (К)	(D)	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Betula pendula	79	16.7	1	1	Растет в окружении кустарников
2.	Larix sibirica	117	18.7	1	1	Растет в окружении кустарников
3.	Betula pendula	117	15.9	1	1	Рядом с корнем растет молодая лиственница
4.	Larix sibirica	102	17.3	1	1	В окружении кустарников
5.	Betula pendula	132	17.2	1	1	В окружении кустарников, рядом на расстоянии 1 м растет молодая лиственница
6.	Larix sibirica	104	17.7	1	1	Рядом на расстоянии 0,5 м растет молодая лиственница
7.	Larix sibirica	83	12.7	1	1	
8.	Betula pendula	67.7	11	1	2	
9.	Betula pendula	139	15.7	1	1	С одного корня 2 дерева
10.	Betula pendula	138.5	21.9	1	2	С одного корня 2 дерева
11.	Larix sibirica	96	17.4	3	1	Растет одиноко
12.	Betula pendula	89	15.5	1	2	На расстоянии 1м растет молодая лиственница
13.	Larix sibirica	210	32.6	1	1	В окружении кустарников
14.	Betula pendula	97	11.7	1	1	В окружении кустарников
15.	Larix sibirica	106	14.7	1	3	Рядом на расстоянии 0,5 м растет лиственница
16.	Betula pendula	90	13.5	1	1	В окружении кустарников на расстоянии 1 м растет береза
17.	Betula pendula	81.5	13.1	1	1	С одного корня 2 дерева в окружении кустарников
18.	Larix sibirica	87	12.7	1	1	В окружении кустарников на расстоянии 1,5 м растет молодая лиственница
19.	Larix sibirica	78	9.5	1	1	В окружении кустарников на расстоянии 1,5 м растет молодая лиственница
20.	Betula pendula	151.5	16.2	1	1	В окружении кустарников
21.	Betula pendula	104.5	17.5	1	1	С одного корня 2 дерева

22.	Larix sibirica	119	17,1	1	1	В окружении кустарников
23.	Larix sibirica	155	17,7	1	1	В окружении кустарников
24.	Larix sibirica	101	20,2	1	1	
25.	pinus sibirica	115	13,8	1	1	бурили на высоте 50 см
26.	Larix sibirica	51	13	1	2	
27.	Larix sibirica	42	14,3	1	2	
28.	pinus sibirica	55	11,7	1	2	
29.	Larix sibirica	140	21	1	1	
30.	pinus sibirica	66	12,2	1	2	
31.	pinus sibirica	60	10,5	3	2	
32.	Larix sibirica	98	16,9	1	1	
33.	pinus sibirica	56	10,3	3	2	
34.	pinus sibirica	109	12,8	3	1	
35.	Larix sibirica	158	23,1	1	1	
36.	pinus sibirica	54	10,1	3	2	
37.	pinus sibirica	58	11	3	2	
38.	pinus sibirica	53	12,2	3	2	
39.	pinus sibirica	46	8,9	3	2	
40.	pinus sibirica	116	16,6		1	
41.	Betula pendula	38	10,4	3	3	
42.	Betula pendula	54	11,4	3	2	
43.	Betula pendula	92	16,2	3	1	
44.	pinus sibirica	52	11,2	3	2	
45.	pinus sibirica	48	12,1	3	2	
46.	Larix sibirica	133	18,3		1	
47.	Larix sibirica	215	26,8		1	
48.	pinus sibirica	64	10,4		2	
49.	pinus sibirica	78	12,9	2	1	
50.	pinus sibirica	100	16,6	1	1	
51.	Larix sibirica	245	27,4	3	1	
52.	pinus sibirica	180	18,3	3	1	
53.	Larix sibirica	122	22,9	3	1	
54.	pinus sibirica	85	14,2	3	1	
55.	Larix sibirica	134	24,4	3	1	
56.	pinus sibirica	27	8,1	2	3	
57.	Larix sibirica	199	25,1	3	1	
58.	pinus sibirica	50	10,4	1	2	
59.	pinus sibirica	27	6,2	1	3	
60.	pinus sibirica	84	15,2	1	1	
61.	Larix sibirica	57	16,2	2	2	
62.	Larix sibirica	55	12,3	2	2	
63.	pinus sibirica	96	12	2	1	
64.	Larix sibirica	100	19,6	1	1	
65.	Larix sibirica	64	14,4	1	2	
66.	Larix sibirica	52	14,3	1	2	
67.	Larix sibirica	78	18,7	3	1	

68.	Larix sibirica	44	10,9	3	2	
69.	Larix sibirica	36	7,5	1	2	
70.	Larix sibirica	71	16,4	1	2	
71.	Betula pendula	48	10	1	2	
72.	Larix sibirica	64	17,1	1	2	
73.	Larix sibirica	26	8,1	1	3	
74.	pinus sibirica	64	11,1	1	2	
75.	Larix sibirica	66	14,3	3	2	
76.	Larix sibirica	27	7,7	1	3	
77.	pinus sibirica	132	17,5	1	1	
78.	pinus sibirica	60	8,3	1	2	
79.	Betula pendula	57	12,2	1	2	
80.	Larix sibirica	115	13	3	1	
81.	Larix sibirica	77	17	3	1	
82.	Larix sibirica	160	17,1	3	1	
83.	Larix sibirica	54	12,4	1	2	
84.	Larix sibirica	50	12,4	1	2	
85.	Larix sibirica	50	11,8	1	2	
86.	Larix sibirica	50	6	1	2	
87.	Larix sibirica	98	21,4	1	1	
88.	pinus sibirica	113	11,2	2	1	
89.	Larix sibirica	65	14,3	2	2	
90.	Larix sibirica	107	18	1	1	
91.	Larix sibirica	60	15,7	1	2	
92.	Larix sibirica	70	18,9	1	2	
93.	Larix sibirica	97	19,7	1	1	
94.	Larix sibirica	113	20,1	2	1	
95.	Larix sibirica	102	18,3	1	1	
96.	Larix sibirica	76,5	17,2	1	2	
97.	pinus sibirica	72	16,7	1	2	
98.	pinus sibirica	90	16,9	1	1	
99.	pinus sibirica	69	14	1	2	
100.	pinus sibirica	92	17,7	3	1	
101.	pinus sibirica	77	15,5	3	2	
102.	pinus sibirica	83	17,8	1	1	
103.	pinus sibirica	89	17,9	1	1	
104.	pinus sibirica	85	16,9	1	1	
105.	pinus sibirica	83	18,7	1	1	
106.	Larix sibirica	143	21,3	1	1	
107.	pinus sibirica	119	18,2	1	1	
108.	pinus sibirica	65,5	11,4	1	2	
109.	Larix sibirica	68,5	15	1	2	
110.	Larix sibirica	142	18,1	3	1	
111.	pinus sibirica	113	15,2	1	1	
Среднее значение:		85,1	12	2,1	1,3	
Larix sibirica		55				
Pinus sibirica		39				

Betula pendula	17				
-----------------------	-----------	--	--	--	--

Площадка Ав 1

№	Вид	Диаметр (D)	Высота (H)	Конкуренция (К)	Доминант (D)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1.	Abies sibirica	115	20.6	3	1	Растет одиноко
2.	Abies sibirica	117	20.8	3	1	Растет одиноко
3.	Abies sibirica	24	7.6	1	1	
4.	Abies sibirica	86	18.5	1	1	Рядом растут молодые побеги, и на расстоянии 1,5 м растет пихта
5.	Abies sibirica	28	8	1	2	В окружении кустарников
6.	Abies sibirica	59	12.3	1	1	В окружении кустарников
7.	Abies sibirica	43	10.3	1	1	Рядом растет молодая поросль
8.	Abies sibirica	30	9.5	3	1	Растет одиночно
9.	Abies sibirica	99	18.8	1	1	На расстоянии 1 м растет молодая пихта
10.	Abies sibirica	117	22.2	1	1	С одного корня 2 дерева, рядом растет пенёк
11.	Abies sibirica	33	8.6	1	1	Рядом растет молодая поросль
12.	Abies sibirica	40.5	7.7	1	1	Рядом растет молодая поросль
13.	Abies sibirica	43	9.4	1	1	Рядом растет молодая поросль
14.	Abies sibirica	80	16.1	1	1	Растет молодая поросль рядом
15.	Abies sibirica	20	4.9	3	1	Растет одиноко
16.	Abies sibirica	87	18.3	1	1	Рядом на расстоянии 0,5 м растет кедр
17.	Abies sibirica	58	10.1	1	1	Рядом на расстоянии 0,5 м растет пихта
18.	Abies sibirica	73	11.9	1	1	Стоит между 2 –мя осинами на расстоянии 0,5 м.
19.	Abies sibirica	70	16.3	1	1	На расстоянии около 2 м растут осины
20.	Abies sibirica	82.2	18.7	1	1	Рядом на расстоянии 0,5 м растут 2 пихты
21.	Abies sibirica	41	8.8	1	1	Рядом растет молодая поросль
22.	Abies sibirica	41	9.5	1	1	Рядом растет молодая поросль
23.	Abies sibirica	40	10	1	1	Рядом на расстоянии 1 м

						растет береза
24.	Abies sibirica	28	8	1	1	Рядом растет молодая поросль
25.	Abies sibirica	53	9.7	1	1	Рядом на расстоянии 1 м растут березы
26.	Pinus sibirica	40	9.6	1	1	Рядом молодая поросль растет
27.	Pinus sibirica	76	15.6	1	1	Рядом растет молодая поросль
28.	Pinus sibirica	48	8.9	1	1	Рядом молодая поросль
29.	Pinus sibirica	39	8.2	1	1	Рядом растет молодая поросль
30.	Pinus sibirica	88	16.3	1	1	На расстоянии 1 м растет пихта
31.	Abies sibirica	45	11	1	1	Рядом растет береза
32.	Pinus sibirica	102	17.7	1	1	Рядом на расстоянии 0,5 м растет пихта
33.	Pinus sibirica	23	6.3	1	1	Рядом молодая поросль
34.	Abies sibirica	95	19,3	3	1	
35.	Larix sibirica	103	20,3	3	1	
36.	Abies sibirica	23	6,6	1	2	
37.	Abies sibirica	15	4,4	1	3	
38.	Sorbus aucuparia -рябина	31	6,4	1	2	
39.	Abies sibirica	97	36,5	1	1	
40.	Abies sibirica	16	3,7	2	3	
41.	Abies sibirica	12	2,4	2	3	
42.	Abies sibirica	20	7,9	2	2	
43.	Larix sibirica	21	8,9	2	2	
44.	Larix sibirica	34	14,1	2	1	
45.	Abies sibirica	13	2,7	3	1	
46.	Abies sibirica	20	5,3	3	1	
47.	Betula pendula	24	5,5	3	1	
48.	Larix sibirica	48	14	2	2	
49.	pinus sibirica	75	19,5	2	1	
50.	Abies sibirica	14	3,9	3	3	
51.	Abies sibirica	61	19	1	2	
52.	pinus sibirica	166	19,7	3	1	
53.	pinus sibirica	35	8,7	3	1	
54.	Abies sibirica	34	11,3	1	1	
55.	Abies sibirica	27	4,4	1	2	
56.	Abies sibirica	24	4,3	1	3	
57.	Abies sibirica	41	7,5	3	1	
58.	pinus sibirica	70	12,6	3	1	
59.	Abies sibirica	26	8,4	1	2	
60.	Abies sibirica	31	8,5	1	1	
61.	Abies sibirica	16	42	1	3	
62.	Abies sibirica	15	2,1	1	3	
63.	Larix sibirica	57	17,7	3	1	

64.	pinus sibirica	31	8,6	2	2	
65.	Larix sibirica	67	21,5	2	1	
66.	Abies sibirica	14	5,3		3	
67.	Larix sibirica	17	5,6	3	1	
68.	Larix sibirica	20	6,3	3	1	
69.	Betula pendula	61	17,5	1	1	
70.	Larix sibirica	43	11	1	2	
71.	pinus sibirica	102	14,5	3	1	
72.	Sorbus aucuparia -рябина	19	9,4	1	3	
73.	Betula pendula	95	19,4	1	1	
74.	pinus sibirica	39	9,6	1	2	
75.	Abies sibirica	12	2,3	1	3	бурили на высоте 50 см
76.	pinus sibirica	93	13,9	1	1	
77.	Larix sibirica	28	6,7	1	3	
78.	Larix sibirica	35	11,2	1	2	
79.	pinus sibirica	17	4,4	1	3	
80.	Larix sibirica	47	17	1	2	
81.	Larix sibirica	58	16,9	1	2	
82.	Abies sibirica	11	2,2		3	бурили на высоте 50 см
83.	Betula pendula	80	13	1	1	
84.	Betula pendula	64	7,4		2	
85.	Abies sibirica	12	2,5	1	3	
86.	Larix sibirica	99	15,4	1	1	
87.	Abies sibirica	63	11,1	1	2	
88.	pinus sibirica	124	19,3	1	1	
89.	Abies sibirica	34	8,1	3	3	
90.	pinus sibirica	97	15,6	2	1	
91.	Larix sibirica	106	19,3	1	1	
92.	Larix sibirica	53	10	1	2	
93.	Larix sibirica	43	11,5	1	2	
94.	Abies sibirica	45	12,7	3	2	
95.	Sorbus aucuparia -рябина	28	7,6	1	3	
96.	Sorbus aucuparia -рябина	15	7,2	1	3	
97.	Sorbus aucuparia -рябина	13	6,5	1	3	
98.	Larix sibirica	128	15,1	1	1	
99.	Larix sibirica	37	9,7	1	2	
100.	Sorbus aucuparia -рябина	23	11,9	1	3	
101.	Abies sibirica	19	5,1	1	3	
102.	Larix sibirica	22	6,5	1	3	
103.	Abies sibirica	29	6	1	3	
104.	Abies sibirica	26	6,1	1	3	
105.	Betula pendula	100	22,7	1	1	с одного корня 2 дерева
106.	Betula pendula	97	19,9	1	2	
107.	Betula pendula	121	10,1	1	1	

108.	Betula pendula	70	15,4	3	1	Вне зоны, доп площадка
109.	Betula pendula	39	12,9	1	2	Вне зоны, доп площадка
110.	Betula pendula	105	17,9	1	1	Вне зоны, доп площадка
111.	Betula pendula	31	8	1	2	Вне зоны, доп площадка
112.	Betula pendula	42	9,5	3	1	Вне зоны, доп площадка
113.	Betula pendula	37	7,7	1	2	Вне зоны, доп площадка
114.	Betula pendula	27	8,8	2	2	Вне зоны, доп площадка
115.	Betula pendula	42	8,6	2	2	Вне зоны, доп площадка
116.	Betula pendula	42	8	3	2	Вне зоны, доп площадка
117.	Betula pendula	65	12	1	1	Вне зоны, доп площадка
118.	Betula pendula	47	9	1	2	Вне зоны, доп площадка
119.	Betula pendula	30	7,7	1	3	Вне зоны, доп площадка
120.	Betula pendula	29	8,8	1	3	Вне зоны, доп площадка
121.	Betula pendula	58	12	1	2	Вне зоны, доп площадка
122.	Betula pendula	42	11	1	2	Вне зоны, доп площадка
123.	Betula pendula	55	11,5	3	1	Вне зоны, доп площадка
124.	Betula pendula	59	10,5	1	1	в окружении кустарников
125.	Betula pendula	54	9	1	1	в окружении кустарников
126.	Betula pendula	41	9,8	1	2	
127.	Betula pendula	67	18	1	2	
128.	Betula pendula	73	17,7	1	1	
129.	Populus	130	27,6	2	1	в окружении кустарников
130.	Populus	99	29,5	2	1	в окружении кустарников
131.	Populus	112	30,3	3	1	
132.	Populus	80	17,9	1	1	в окружении кустарников
133.	Populus	70,6	22,1	1	1	в окружении кустарников
134.	Populus	97	21,7	1	1	в окружении кустарников
135.	Populus	93	19,7	1	1	в окружении кустарников
136.	Populus	106	30,7	1	1	в окружении кустарников
137.	Populus	91	20	3	1	
138.	Populus	93	21,2	2	1	в окружении кустарников
139.	Prunus padus- черемуха	20	5	3	1	
140.	Populus	98	18,8	3	1	
141.	Populus	75	18	3	1	в окружении кустарников
142.	Prunus padus- черемуха	20	4,2	2	1	в окружении кустарников
143.	Populus	84	19	1	1	в окружении кустарников
144.	Populus	79	15	3	1	
145.	Populus	98	20,4	1	1	в окружении кустарников
146.	Populus	99	21,5	1	1	в окружении кустарников
147.	Populus	88	18,8	2	1	в окружении кустарников
148.	Populus	70	17	1	1	в окружении кустарников
149.	Populus	88	16,2	1	1	в окружении кустарников
150.	Populus	106	18,2	1	1	в окружении кустарников
151.	Populus	88	28,8	3	1	
152.	Populus	70,5	15,2	1	1	в окружении кустарников
153.	Larix sibirica	290	38,3	3	1	

154.	Larix sibirica	65	10,1	3	1	
155.	Populus	82	17,2	3	1	
156.	Populus	123	26,9	3	1	
157.	Populus	85	24,9	3	1	
158.	Populus	96	26,6	1	1	
159.	Populus	93	28,2	1	1	
160.	Populus	60,5	16,8	1	2	
161.	Larix sibirica	45	13,2	1	2	
162.	Larix sibirica	35	13,1	1	2	
163.	Populus	88,5	29,1	1	1	Вне зоны, доп площадка
164.	Populus	108	30,3	2	1	Вне зоны, доп площадка
165.	Populus	79	31	3	1	Вне зоны, доп площадка
166.	Populus	94	29,3	3	1	Вне зоны, доп площадка
167.	Populus	96	27	2	1	Вне зоны, доп площадка
168.	Populus	95,5	28,9	2	1	Вне зоны, доп площадка
169.	Populus	94	22,7	1	1	Вне зоны, доп площадка
170.	Populus	90	22	1	1	Вне зоны, доп площадка
171.	Populus	31	6,7	1	3	Вне зоны, доп площадка
172.	Populus	105	23,6	3	1	Вне зоны, доп площадка
173.	Populus	108	27,9	3	1	Вне зоны, доп площадка
174.	Populus	45	15,3	3	2	Вне зоны, доп площадка
175.	Populus	50	18	3	2	Вне зоны, доп площадка
176.	Populus	102	20,8	3	1	Вне зоны, доп площадка
177.	Populus	60	18,7	3	2	Вне зоны, доп площадка
178.	Populus	28	6,4	3	3	Вне зоны, доп площадка
179.	Populus	121	22	3	1	Вне зоны, доп площадка
180.	Betula pendula	77	24	1	2	
181.	Betula pendula	105	22,1	1	1	
182.	Betula pendula	63	17,9	1	2	
183.	Betula pendula	82	16,8	1	1	
184.	Betula pendula	106	15,8	1	1	
185.	Betula pendula	118	20	3	1	
186.	Betula pendula	128	19,7	1	1	
187.	Betula pendula	78	25	1	2	
188.	Betula pendula	99,5	37	1	1	
189.	Betula pendula	92	23	1	1	
190.	Betula pendula	130	19,5	1	1	
191.	Larix sibirica	101	22,7	1	1	
192.	Larix sibirica	29,5	7,8	1	3	
193.	Larix sibirica	132	24	1	1	
194.	Larix sibirica	34	7,3	1	3	
195.	Betula pendula	139	22,2	3	1	
196.	Betula pendula	109	18,5	2	1	
197.	Larix sibirica	61	15,7	1	2	
198.	Larix sibirica	47	10,7	1	2	
199.	Larix sibirica	56	13,1	1	2	
200.	Larix sibirica	54	9,7	1	2	
201.	Larix sibirica	119	19,7	1	1	

202.	Larix sibirica	109	21,7	3	1	
203.	Larix sibirica	101	14,9	1	1	
204.	Larix sibirica	108	22,9	1	1	
205.	Larix sibirica	83	25	1	1	
206.	Larix sibirica	51	13,3	1	2	
207.	Larix sibirica	49	10,3	3	2	
208.	Betula pendula	96	20,1	2	1	
209.	Betula pendula	152		2	1	
210.	Larix sibirica	47	11	1	2	
211.	Betula pendula	64	10,8	3	2	
212.	Betula pendula	113	18,1	3	1	
213.	Betula pendula	148	20,3	3	1	
214.	Betula pendula	126	17,4	3	1	
215.	Larix sibirica	71	17,1	3	2	
216.	Larix sibirica	185	25	3	1	
217.	Betula pendula	163	19	3	1	
218.	Populus	84	17,2	1	2	с одного корня 2 ствола
219.	Populus	89	18,9	1	1	Вне зоны, доп площадка
220.	Populus	74	14,3	3	2	Вне зоны, доп площадка
221.	Populus	83	18	3	1	Вне зоны, доп площадка
222.	Populus	112	23,5	2	1	Вне зоны, доп площадка
223.	Populus	105	22,9	1	1	Вне зоны, доп площадка
224.	Populus	105	24,2	1	1	Вне зоны, доп площадка
225.	Populus	86	20,6	3	1	Вне зоны, доп площадка
226.	Populus	135	23,1	1	1	Вне зоны, доп площадка
227.	Populus	86	19,6	3	1	Вне зоны, доп площадка
228.	Betula pendula	83	21,7	3	1	Вне зоны, доп площадка
229.	Betula pendula	55	18,6	3	2	Вне зоны, доп площадка
230.	Betula pendula	73	18,8	2	2	Вне зоны, доп площадка
231.	Betula pendula	68	18,5	2	2	Вне зоны, доп площадка
232.	Populus	118	21,9	1	1	Вне зоны, доп площадка
233.	Populus	66	18	1	2	Вне зоны, доп площадка
234.	Populus	72	14,1	3	1	Вне зоны, доп площадка
235.	Populus	48	17,2	2	2	Вне зоны, доп площадка
236.	Populus	104	21	3	1	Вне зоны, доп площадка
237.	Populus	45	13,8	3	2	Вне зоны, доп площадка
238.	Populus	69	20,8	3	2	Вне зоны, доп площадка
239.	Populus	132	23,9	3	1	Вне зоны, доп площадка
240.	Populus	83	24,1	2	1	Вне зоны, доп площадка
241.	Populus	101	24	2	1	Вне зоны, доп площадка
242.	Populus	81	22,2	3	1	Вне зоны, доп площадка
243.	Populus	130	25,5	3	1	Вне зоны, доп площадка
244.	Populus	81	21,2	1	1	Вне зоны, доп площадка
245.	Populus	96	22,8	3	1	Вне зоны, доп площадка
246.	Populus	105	22,2	3	1	Вне зоны, доп площадка
247.	Populus	86	21,5	3	1	Вне зоны, доп площадка
248.	Populus	93,5	24	3	1	Вне зоны, доп площадка
249.	Populus	68	17,9	3	2	Вне зоны, доп площадка

250.	Populus	66	13,9	3	2	Вне зоны, доп площадка
251.	Populus	99	21	3	1	Вне зоны, доп площадка
252.	Populus	59	20,5	3	2	Вне зоны, доп площадка
253.	Populus	80	23,4	3	1	Вне зоны, доп площадка
254.	Populus	108	23,5	3	1	Вне зоны, доп площадка
255.	Populus	58,5	20,8	3	2	Вне зоны, доп площадка
256.	Populus	110	26,4	3	1	Вне зоны, доп площадка
257.	Populus	51	19,1	3	2	Вне зоны, доп площадка
258.	Populus	83,5	23,1	3	1	Вне зоны, доп площадка
259.	Populus	62,5	19,1	3	2	Вне зоны, доп площадка
260.	Betula pendula	120	18,6	3	1	
261.	Betula pendula	100	18,3	3	1	
262.	Betula pendula	63	14,8	3	2	
263.	Betula pendula	34	7,5	3	3	
264.	Larix sibirica	97	18,6	3	1	
265.	Betula pendula	67	12,7	1	2	
266.	Betula pendula	144	18	1	1	
267.	Betula pendula	80	18,8	3	1	
268.	Betula pendula	83	16,6	3	1	
269.	Betula pendula	75	16,8	1	2	
270.	Larix sibirica	133	19,8	3	1	
271.	Betula pendula	45	13,5	3	2	
272.	Betula pendula	47	13	3	2	
273.	Larix sibirica	85	11,2	3	1	
274.	Betula pendula	60	13,9	3	2	
275.	Betula pendula	91	16,3	3	1	
276.	Betula pendula	96	14,9	3	1	
277.	Betula pendula	98	21,5	2	1	
278.	Larix sibirica	126	17,7	3	1	
279.	Betula pendula	114	18	3	1	
280.	Betula pendula	55	13,6	3	2	
281.	Betula pendula	66	13,8	3	2	
282.	Larix sibirica	110	19,8	3	1	
283.	Betula pendula	103	16,1	3	1	
284.	Larix sibirica	199	20,4	3	1	
285.	Larix sibirica	238	19,7	3	1	
286.	Betula pendula	121	19,9	3	1	
287.	Larix sibirica	113	14,1	3	1	
288.	Larix sibirica	178	22,5	3	1	
289.	Larix sibirica	120	13	3	1	
290.	Larix sibirica	51	10,9	1	2	
291.	Larix sibirica	101	18,2	1	1	
292.	Larix sibirica	110	18,2	1	1	
293.	Larix sibirica	93	16,9	2	1	
294.	Larix sibirica	137	19,6	3	1	
295.	Larix sibirica	159	20,4	3	1	
296.	Larix sibirica	157	23,3	3	1	
297.	Larix sibirica	111	20,9	3	1	

298.	Larix sibirica	169	21,6	3	1	
299.	Larix sibirica	154	18,9	3	1	
300.	Larix sibirica	132	21	3	1	
Среднее значение:		75,1	15	2,4	1,6	
Populus						
Betula pendula		73				
Larix sibirica		63				
Abies sibirica		55				
Pinus sibirica		18				
Sorbus aucuparia		6				
Prunus padus		2				