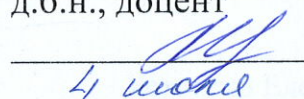


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ  
Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК  
Заведующий кафедрой  
д.б.н., доцент

 А. В. Синдирева  
4 июля 2022 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
магистерская диссертация


ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭТАЛОННЫХ  
ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ  
ГЕОСИСТЕМ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ

05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»


Выполнила работу  
студентка 2 курса  
очной формы обучения

 Волкова Алена Игоревна


Руководитель  
д.б.н, доцент

 Соромотин Андрей Владимирович

Консультант  
д.б.н., гл.науч.сотр.,  
ИПОС ТюмНЦ СО РАН

 Артефьев Станислав Павлович

Рецензент  
к.г.-м.н., ст.науч.сотр.,  
ИКЗ ТюмНЦ СО РАН

 Устинова Елена Валерьевна

Тюмень  
2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	6
ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО – ЮГРЫ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТ- ПОЛИГОНОВ.....	11
2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ .....	11
2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТ- ПОЛИГОНОВ .....	22
2.2.1. ЗАПОВЕДНИК «ЮГАНСКИЙ» .....	22
2.2.2. ЗАПОВЕДНИК «МАЛАЯ СОСЬВА» ИМЕНИ В. В. РАЕВСКОГО	26
2.2.3. НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ПРИБСКОЕ».....	28
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА .....	33
ЭТАЛОННЫХ ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЙ.....	33
3.1. ОТБОР ОБРАЗЦОВ .....	33
3.2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ И ИЗМЕРЕНИЯ .....	36
3.3. ПЕРЕКРЕСТНАЯ ДАТИРОВКА ОБРАЗЦОВ.....	38
3.4. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИНДЕКСИРОВАНИЕ.....	41
3.5. ЭКОЛОГО-ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ .....	44
ГЛАВА 4. ЭКОЛОГО-ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....	50
4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЙ .....	50
4.2. АНАЛИЗ СКОЛЬЗЯЩИХ ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯЦИЙ .....	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	74
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 1-6.....	90

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: Среднетаежные леса Западной Сибири, находящиеся в районах интенсивного освоения нефтяных и газовых месторождений, испытывают многообразные антропогенные воздействия, как непосредственные (рубки, загрязнение и др.), так и опосредованные (например, через изменение климата) [Чижов, с. 53; Касимова, Кислова, с. 203]. При этом отмечаются изменения в характере функционирования лесных геосистем и их устойчивости с той или иной степенью деградации леса вплоть до его гибели [Арефьев, 1997, №3, с. 154; Плотников, с. 120; Соромотин, 2007, с. 4; Соромотин 2010 с. 5; Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов, с. 233].

В этой связи большой интерес представляет использование лесов, составляющих их деревьев и их регистрирующих структур (годовых колец древесины) в биоиндикации состояния широкого круга естественных и антропогенных факторов окружающей среды [Ловелиус, с. 159; Методы дендрохронологии, с. 2]. Поскольку леса являются важнейшим ландшафтообразующим компонентом средней тайги, изучение их формирования, условий произрастания, закономерностей их роста, может предоставить важные сведения для составления общего и ситуативного представления о состоянии и функционировании экосистем ХМАО.

Уникальные возможности для реконструкции, оценки и прогноза изменений окружающей среды на длительном временном фоне предоставляет дендрохронология – изучение временных рядов параметров годовых колец деревьев (чаще всего ширины колец – TRW) [Cook, Kairiukstis, с. 187]. Она основана на календарной датировке колец с точностью до одного года или сезона, что позволяет по особенностям метрик и строения колец судить о факторах и закономерностях, воздействовавших на деревья в тот или иной период. Со времен ее основоположника Э. Дугласа [McGraw, с. 23] дендрохронология является активно развивающимся методическим

направлением науки и нашла применение в разных сферах – экологии, климатологии, гидрологии, археологии, криминалистике и многих других. Ныне дендрохронология рассматривается в качестве важного направления экологического мониторинга [Комин, с. 5].

На территории Западной Сибири дендрохронологическими исследованиями в наибольшей степени охвачена северная гипоарктическая часть региона [Шиятов, 1972, с. 77; Ваганов, Шиятов, Мазепа, с. 23; Хантемиров, с. 6; Агафонов, с.36; Мыглан, 2012, с. 13; Briffa et al., с. 94; Арефьев, 2006, с. 86; Арефьев, Казанцева, 2020, с. 5; и др.]; в меньшей степени изучена среднетаежная зона ХМАО [Арефьев, 1997, с. 151; Арефьев, 2006, с. 56, Арефьев, 2008, с. 54; Агафонов, с. 36; Дендрохронологическое датирование памятников....., с. 86; Арефьев, Антонюк, 2019, с.312].

Таким образом, исследования, направленные на дендрохронологическую оценку состояния геозкосистем территории ХМАО, весьма актуальны. В частности, целесообразно построение эталонных древесно-кольцевых хронологий с особо охраняемых природных территорий региона, сопоставление которых с кольцевыми хронологиями, формирующимися в импактных зонах нефтегазового освоения, позволит выяснить степень, сроки и динамику его воздействия на геозкосистемы. Исследования в данном направлении имеют значимость для выявления наиболее полной картины состояния природной среды ХМАО.

Цель работы: сформировать и апробировать дендрохронологические шкалы для оценки состояния геозкосистем ХМАО – Югры.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Проанализировать дендрохронологические исследования по состоянию окружающей среды на территории ХМАО - Югры.
2. Дать общую оценку состояния окружающей среды на территории ХМАО – Югры.
3. Составить методику дендрохронологических исследований: выбрать дендрохронологические тест-полигоны, отобрать

репрезентативные дендрохронологические образцы, провести дендрохронологические измерения и датировки, сформировать обобщенные абсолютные и стандартизованные древесно-кольцевые хронологии.

4. Провести сравнительный эколого-дендроклиматический анализ.

Объект исследования: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L) и сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour).

Предмет исследования: анализ формирования прироста древесины при нефтегазовом освоении на территории ХМАО-Югры.

Работа изложена на 89 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и шести приложений.

## ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Дендрохронология включает в себя датировку годичных слоев прироста древесины, изучение связанных с ними событий, а также изучение влияния экологических факторов на прирост древесины и анализ полученной информации для целей реконструкции условий окружающей среды [Шиятов, 2010, с. 62]. Она опирается на «память» деревьев, у которых приросты годичных колец фиксируют внешние и внутренние изменения, что и определяет их развитие. Благодаря этому методу можно точно восстановить ход древостоя и проследить закономерности отклика на изменения условий.

Наибольшее количество публичных данных собрано крупнейшим международным банком данных о кольцах деревьев (ITRDB). Где есть информация о ширине необработанного кольца, плотности древесины, измерении изотопов, хронологии индекса роста участков со всех континентов, а также можно найти информацию о реконструировании климата на некоторых районах.

Дендрохронологическим исследованиям в Западной Сибири предшествовал достаточно длительный их опыт в других районах России и за рубежом. Первые дендрохронологические шкалы для ее территории были получены сотрудником ИЭРиЖ УФ АН СССР С. Г. Шиятовым для трех пород хвойных, произрастающих вблизи полярной границы леса в низовьях р. Таз в связи с раскопками средневекового городища Мангазея. Шкалы были составлены путем перекрестной датировки рядов ширины колец современной древесины с рядами, полученными из археологической древесины [Шиятов, 1972; Черных, 1996, с. 114].

Дендрохронологический метод изначально применялся в археологии и датировке архитектурных сооружений Западной Сибири, например в работе В. С. Мыглана «Датировка памятников деревянного зодчества п. Березово ХМАО-Югры методом дендрохронологии» [Мыглан, Жарникова, 2010, с. 294–301], в

работах В. В. Барина, З. Ю. Жарниковой [Барин, Жарникова, 2016, с. 85–97.], Филатовой М. О., Жарникова З. Ю. с соавторами [Потенциал дендроархеологии ..., с.349-360] и других. Большое количество исследований проводится на территории Алтая, например «Дендрохронологический анализ археологической древесины из памятников северо-западного Алтая» Быкова Н. И. с соавторами [Дендрохронологический анализ археологической ..., с. 267–272], Рыгалова Н. В., Плуталова Т. Г. [Рыгалова., Плуталова, 2021, с. 355–367], Рыгалова Н. В., Харламова Н. Ф. [Рыгалова, Харламова, 2019, с. 109–119] и других.

Крупным результатом дендрохронологических исследований на севере региона стала монография Е. А. Ваганова с соавторами [Ваганов, Шиятов, Мазепа, 1996], подготовленная в осуществлении масштабной международной программы по дендроклиматологии Урало-Сибирской Субарктики.

Существует ряд научных работ, в которых дендрохронологический метод применялся для изучения природных объектов на территории Западной Сибири и ХМАО – Югры, в частности. Так, исследованиями в области дендрохронологической индикации (прежде всего состояния водных объектов Западной Сибири) занимался Л. И. Агафонов, защитивший по их результатам докторскую диссертацию [Агафонов, 2011]. В его статье «Reconstruction of Ob River, Russia, discharge from ring widths of floodplain trees» на основе данных прироста сосны и лиственницы реконструирован многолетний сток реки Обь [Agafonov, 2016]. Радиальный прирост деревьев в пойме Нижней Оби (Октябрьский район ХМАО – Югры) изучался С. П. Арефьевым [Арефьев, 2008, с.53–60]. В статье «Дендрохронологический мониторинг факторов состояния озера Нумто (природный парк "Нумто", ХМАО – Югра)» были рассмотрены возможности использования древесно-кольцевых хронологий кедра сибирского с побережья для реконструкции изменения уровня воды в озере за 400-летний период [Арефьев, Парафилова, Сухова, 2020, с. 291–296]. В работе С. П. Арефьева и А. Ю. Антонюка «К дендрохронологической оценке состояния Тундринского кедрового бора», были выявлены основные

природные циклы, влияющие на водный режим долины Средней Оби и определяющие рост кедра в данных условиях [Арефьев, Антонюк, 2019, с. 44–45.].

Онтогенез деревьев изучался Николаевой С. А., Савчуком Д. А в работе «Рост и развитие деревьев и древостоев сосны на юге Томской области» [Николаева, Савчук, 2009, с.66–78].

Исследования по изучению изменения климата и реконструкции с применением дендрохронологического метода также можно встретить в работах Сидоровой М. О. с соавторами [Оценка уровня изменчивости ..., с. 107–109], Хантемирова Р.М. [Хантемиров,2009, с.42], Мазепы В. С. [Мазепа, 1999, с. 175–183], Омуровой Г. Т., Баринаова В. В., Кардаш О. В., Ваганова Е.А., Мыглана В.С. [Реконструкция экстремальных палеоклиматических ..., с.32–40]. Реконструкция хода летних температур для южной части полуострова Ямала за 4309 лет была произведена в работе «Реконструкция и анализ изменчивости хода летних температур для севера Западной Сибири на основе сверхдлительной (9, 5 тысяч лет) древесно-кольцевой хронологии» Шиятова С. Г. с соавторами [Реконструкция и анализ изменчивости ..., 1996], Хантемирова Р. М. с соавторами [Экстремальные климатические события ..., с. 89–102].

На территории ЯНАО поведена дендрохронологическая реконструкция формирования газового бугра, взрыв которого в 2013 г. вызвал большой общественный резонанс [Дендрохронологическая реконструкция процесса..., с. 107–119]. По кольцевым хронологиям деревьев и тундровых кустарников исследована динамика состояния растительности Тазовского полуострова [Арефьев, 2006, с. 85–96; Изменение состояния растительности, с. 1–13]. С. П. Арефьевым и М. Н. Казанцевой предложен статистический дендрохронологический метод датировки природных пожаров на территории ЯНАО [Арефьев, Казанцева, 2020, с. 4]. Изучение зависимости приростов кедра от размера и высоты бугров пучения рассматривается в статье Хорошева А. В., Воловинского И. В., Бочкарева Ю. Н. «Ландшафтные и климатические факторы динамики приростов кедра в северной тайге Западной Сибири»



[Хорошев, Воловинский, Бочкарев, 2021, с.21–31]. Статьи, в которых описано применение дендрохронологических методов для изучения природных пожаров и их последствий на Севере, написаны А. Н. Николаевым [Николаев, 2010, с. 888–891], И. П. Панюшкиной и М. К. Арбатской [Панюшкина, Арбатская, 1999, с.167 – 173].

Древесно-кольцевые хронологии были использованы для изучения природных объектов Тюменского района, в частности для реконструкции уровня воды в оз. Андреевское за 200-летний период [Арефьев, Зах, 2017, с. 161–171; Антонюк, Арефьев, 2019, с. 311–317], для реконструкции и оценки состояния экосистемы природно-реабилитационного комплекса «Гнездо», расположенного на берегу р. Пышма [Арефьев, Антонюк, 2018, с. 6–14]. В статье «Дендрохронологический мониторинг биоклиматических изменений в городе Тюмени в период 1936-2018 годов» С. П. Арефьев и А. Ю. Антонюк исследовали изменение древесно-кольцевых хронологий сосны обыкновенной в зависимости от климатических факторов за разные периоды развития города, сделаны выводы о пространственно-временной динамике урбанолимата, его существенном влиянии на состояние городской биоты [Арефьев, Антонюк, 2020. с. 270–275]. Арефьев С. П. в статье «Климатические факторы в древесно-кольцевых хронологиях города Тюмени» выявил особенности климатической детерминации прироста и оценил пригодность лесов г. Тюмень для подобных исследований [Арефьев, 2013, с. 34–41].

Влияние вредителей на прирост деревьев исследовался в статье Бисировой Э. М. и Кривец С. А. «Динамика состояния древостоев пихты сибирской, поврежденных уссурийским полиграфом *polygraphus proximus blandf.* в Томской области» [Бисирова, Кривец, 2018, с.118–140].

Всё больше возникает интерес к изучению влияния антропогенной нагрузки на рост и развитие деревьев. Так, в диссертации В.А. Букача «Индикация состояния экосистем урбанизированных территорий юга Западной Сибири по данным дендроиндикационных исследований и изучения снежного покрова (на примере г. Омска)» были выявлены закономерности

распространения техногенного загрязнения на территории, разработаны дендроиндикационные критерии для оценки экологического состояния окружающей среды в Омске [Букач, с.4]. На территории нефтегазодобычи в пределах Приобского месторождения проводились исследования, отраженные в статьях Кокориной Н. В., Касаткина А. М., Гизатуллина Н. Н. «Интенсивность роста хвойных деревьев в условиях техногенной нагрузки», где оценивается воздействие сжигания факела попутного нефтяного газа на биологическую индикацию химического и теплового загрязнения в ХМАО [Кокорина, Касаткин, Гизатуллин, 2015, с. 26–29] и влияние сжигания попутного нефтяного газа на радиальный прирост деревьев авторства Кокориной Н. В., Татаринцевым П. Б., Касаткиным А. М. [Кокорина, Татаринцев, Касаткина, 2015, с. 19–23].

На территории Западной Сибири и, в частности, ХМАО-Югры с каждым годом увеличивается количество проведенных исследований в разных направлениях, объединенных дендрохронологическим методом. Однако, по сравнению с исследованиями, проведенными на других территориях, в частности зарубежных, у нас недостаточно локальных сведений о зависимости прироста от различных факторов (экзогенных и эндогенных процессов).

Обращая внимание на проведенные работы в Приобском месторождении, где отбирались керны с территорий разной удаленности от факела и анализировалась реакция на интенсивные антропогенные факторы, частью нашего исследования можно подтвердить отдельные выводы.

Данная работа вносит вклад в увеличение базовых знаний об развитии геосистем в области.

## ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО – ЮГРЫ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТ- ПОЛИГОНОВ

### 2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ

Территория ХМАО – Югры расположена в центральной части Западной Сибири. Протяжённость региона с запада на восток составляет 1400 км и располагается между восточными склонами Северного Урала и р. Енисеем. С севера на юг простирается на 900 км от Сибирских Увалов до Кондинской тайги. Крайняя северная точка расположена у истоков р. Хулга в Берёзовском районе, крайняя южная — вблизи поселка городского типа Куминский, крайняя западная — в горах Северного Урала у истоков р. Северная Сосьва, крайняя восточная — у истоков р. Вах. Северные территории граничат с Ямало-Ненецким автономный округом, северо-западные граничат с Республикой Коми, юго-западные — со Свердловской областью, на юге — с Тюменской областью, на юго-востоке и востоке — с Томской областью и Красноярским краем [URL: <https://admhmao.ru/>]. Границы имеют общую протяжённость 4 733 км. Сам округ занимает площадь 534,8 тыс. км<sup>2</sup>.

На территории Ханты-Мансийского Автономного округа – Югры выделяются следующие ландшафты:

Морские и ледниково-морские ландшафты на возвышенностях распространены в Берёзовском и Белоярском районах. Ландшафты располагаются в подзоне северной тайги. На низменностях относительно дренированные ландшафты приурочены к наиболее сухим поверхностям, вытянутым вдоль берегов рек и крупных озёр. Преобладают сосняки багульниково-бруснично-зеленомошные и лишайниковые. Заболоченные сосновые леса приурочены к пологим склонам приозёрных грив и межгривным понижениям.

Ледниковые и водно-ледниковые среднетаежные ландшафты располагаются на возвышенностях в виде увалов в пределах Верхневольинского, Среднесосьвинского, Маньинского, Леплянского, Аганского, Нумто и возвышенностей – Северососьвинской, Люлимвор, Верхнее-Тазовской, Белогорский Материк [Берхин, Бобов, 2004].

Аллювиальные и озерно-аллювиальные низменные ландшафты наиболее распространены, они сформировали лесоболотную зону. Озерно-аллювиальные равнины располагаются вдоль долин рек.

Субаэральные ландшафты в южной тайге слабо распространены и выделяются в верховьях р. Большой Юган.

Ландшафты переувлажненных равнин: В западной части северной тайги преобладают плоские осоково-пушицевые низинные болота, встречаются комплексы евтрофно-мезотрофные травяно-мохово-кустарничковые болота. В среднетаёжной подзоне наиболее заболоченные регионы: Кондинское полесье, Сургутское полесье, Вахское полесье. Там преобладают олиготрофные грядово-мочажинные и грядово-озерково-мочажинные болота с выпуклыми рядами в центре. В южнотаежных частях гидроморфные ландшафты мало распространены, преобладают травяно-гишновые топяные и сфагновые болота.

Интразональные пойменные периодически подтопляемые ландшафты: В пойме Оби распространены луга злаковые и осоковые. Ландшафты р. Иртыш имеют сегментно-гивистую низовую пойму. Плоско-волнистые поймы средних и малых рек характеризуются свободно меандрирующим руслом, разбивающейся на рукава и протоки, также в них присутствуют старичные озера, низинные травяно-осоковые болота, сырые подболоченные осоковые луга, в комплексе с лесными сообществами.

На Восточных склонах Урала, входящих в ХМАО выделяются следующие ландшафты: альпийско-среднегорные, среднегорные, среднегорно-низкогорные, низкогорные, предгорные, межгорно-котловинные и горно-долинные [Берхин, Бобов, 2004].

Значительная часть среднетаежной территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на протяжении долгого времени подвергается интенсивному воздействию нефте- и газодобывающей промышленности, а также всей инфраструктуры освоения. Природные территории уменьшаются в размерах, переходя в земли, используемые для промышленности [Соромотин, 2007, с. 3; Соромотин, 2010, с. 10]. Вследствие такого быстрого в масштабах геологической истории промышленного освоения, которым подвергается территория ХМАО, происходят изменения растительного покрова, в частности лесного.

Так, в 2020 году выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составили 1 142,199 тыс. т, среди которых 4,55% твердых загрязняющих веществ, 95,45% – газообразных и жидких. Концентрация нефтепродуктов, загрязняющих водотоки округа в районах нефтедобычи, составляет 0,5–0,8 ПДК.

Основным источником загрязнения почв остаются разливы загрязняющих веществ при авариях на трубопроводном транспорте нефтепромыслового комплекса. В 2020 г. зарегистрировано 1 332 аварии, которые связаны с добычей углеводородного сырья, среди которых 888 аварий отмечены на нефтепроводах, 47 – на газопроводах и 397 аварий – на водоводах. Более 90% аварий происходят по причине внутренней или внешней коррозии труб. [Доклад: об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2020 году, 2021, с. 186].

Ещё одной экологической проблемой является размещение и утилизация отходов бурения. Они являются наиболее опасными отходами на месторождениях. Отходы буровых растворов содержат токсичные компоненты, попадающие в окружающую среду. Например, из-за попадания с отстойников в почвы токсических соединений, происходит подщелачивание почв и вод, что приводит к изменению показателя pH. В некультивируемые шламовые амбары часто попадают животные без возможности выбраться.

Как уже говорилось, за счёт активной добычи на месторождениях, происходит трансформация среды обитания животного и растительного мира,

например, сокращение многих охотничьих угодий, оленьих пастбищ, что негативно сказывается на жизни и коренных жителей региона и животных. Таежная флора и фауна деградирует, многие животные покидают привычные места обитания [URL: <http://hmrn.ru/>].

Так как лесная растительность является одним из индикаторов изменения состояния окружающей среды [Чижов, с. 58], ее компоненты широко используются при оценке состояния экогеосистем в настоящий момент и в прошлом. В нашем исследовании используется такой показатель состояния лесных экогеосистем, как годовые кольца деревьев, отражающие их радиальный прирост, точнее их многолетние ряды – древесно-кольцевые хронологии [Ловелиус, с. 5].

Как показывает предварительный анализ, имеется определенный опыт и хорошая перспектива дендрохронологических исследований на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Однако на данный момент среднетаежные леса ХМАО изучены в этом отношении пока слабо, почти отсутствуют древесно-кольцевые хронологии по особо охраняемым природным территориям (ООПТ), не затронутым нефтегазовым освоением.

Особо охраняемые природные территории представляют собой природные объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, оздоровительное или эстетическое значение [ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях», 1995]. Среди особо охраняемых природных территорий федерального значения выделяются следующие категории: природные или биосферные заповедники, национальные парки, природные парки, природные заказники, памятники природы, дендрологические парки. От всей территории Российской Федерации, особо охраняемые природные территории занимают примерно 13%. Помимо ООПТ федерального значения, они могут быть регионального или местного значения.

В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре функционируют 26 особо охраняемых природных территорий, которые занимают примерно 5% территории округа [«О концепции развития и функционирования системы

особо охраняемых природных территорий Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на период до 2020 года», 2019]. К ним относятся:

- Государственные природные заповедники (Малая Сосьва и Юганский);
- Природные парки (Кондинские озера, Нумто, Сибирские Увалы, Самаровскиц чугас);
- Государственные природные заказники федерального значения (Верхне-Кондинский, Елизаровский, Васпухольский);
- Государственные природные заказники регионального значения (Сорумский, Унторский, Вогулка, Березовский, Сургутский);
- Памятники природы регионального значения (Лесоболотная зона «Большое Каюково», Лешак-Щелья, Дальний Нырис, Система озер Ун-Новыйинклор и Ай-Новыйинклор, Остров Смольный, Остров Овечий, Луговские мамонты, Чеускинский бор, Ильичевский бор);
- Памятник природы местного значения (Озеро Ранге-Тур);
- Водно-болотные угодья международного значения (Верхнее Двубье, Нижнее Двубье).

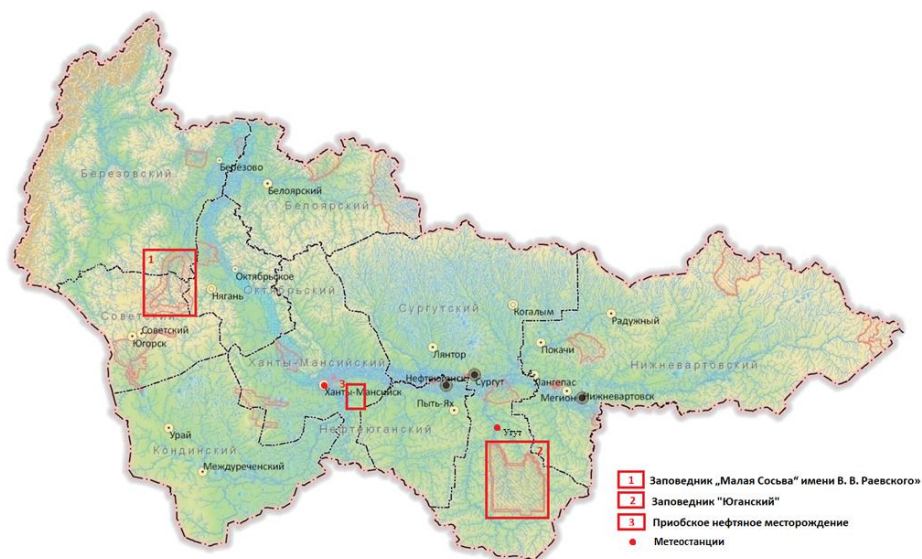


Рис. 1. Расположение исследуемых объектов и ближайших метеостанций [ЦИФРОВАЯ ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА по автономному округу - Картинка 133943-10 (900igr.net)].

Как уже было отмечено выше, в округе всего два государственных природных заповедника, это «Государственный природный заповедник Малая Сосьва имени В. В. Раевского» и «Государственный природный заповедник Юганский» (Рисунок 1). Заповедники находятся в среднетаежной зоне ХМАО и представляют особый интерес для этой работы, в силу недостаточных дендрохронологических исследований на территориях.

Заповедник «Малая Сосьва» был учрежден в 1976, а ранее его территория была частью Кондо-Сосвинского государственного заповедника, основанного в 1929 году и являвшегося первым заповедником в Западной Сибири. Он расположен в бассейне реки Малая Сосьва и занимает морфоструктурное поднятие Малососьвинский амфитеатр на Северо-Сосьвинской возвышенности и аккумулятивную равнину Нижне-Обской впадины.

Территория заповедника характеризуется невысокой расчлененностью рельефа, и занимает преимущественно плоские и слабо наклонные участки равнин [Пигарева, с. 44].

Характерна умеренно суровая, облачная, многоснежная зима, короткая весна, теплое и влажное лето. А также ранние осенние и поздние весенние заморозки, короткий безморозный период.

Растительный покров, в основном, типично таежный. Основную часть, около 84% занимают лесные сообщества. Наиболее распространенные леса – сосновые, намного меньшую площадь занимают темнохвойные елово-кедровые леса [URL: <http://m-sosva.ru/>].

По лесорастительному районированию Западной Сибири заповедник расположен в пределах среднетаёжных кедрово-сосновых заболоченных лесов.

Большие площади занимают вторичные длительно-производные сосновые, кратковременно-производные березовые, елово-березовые и березово-еловые леса, сформировавшиеся в результате пожаров в коренных темнохвойных лесах [Гаврилов, с. 15].

Общая лесистость территории – 84 % и приблизительно 14 % – болота, в основном сфагновые.



Зональные леса представлены в основном елово-кедровыми типами, с насаждениями IV класса бонитета. Кедрово-еловые и елово-березовые леса сохранились в юго-восточной, юго-западной, и северо-восточной окраинах заповедника. Из-за частых пожаров темнохвойные леса плохо восстанавливаются, а на их месте производятся вторичные еловые и березовые леса, которые широко распространены в центральной части заповедника.

Встречаются сосновые зеленомошные леса IV класса бонитета.

В интразональных пойменных еловых лесах, из-за высокой дренированности, насаждения III класса бонитета.

В заповеднике елово-кедровые кустарничково-зеленомошные сообщества являются первичными и занимают малую площадь  $\approx 7,2\%$ . Сосна сибирская (кедр) преобладает на незначительных повышениях рельефа, заболоченных частях речных долин и водоразделов, встречаясь в виде островов и грив [URL: <http://m-sosva.ru>].

В поймах развиваются ельники, с участием кедра, пихты, лиственницы. В местах перехода поймы в надпойменную террасу – сосняки.

На хорошо дренируемых берегах больших рек формируются пихтовые леса. Но из-за своего северного предела произрастания, встречается редко.

Сосновые леса – доминируют на территории заповедника «Малая Сосьва». Сосновые зеленомошные леса, чаще послепожарные, распространены по придолинным увалам. Сосново-лишайниковые леса широко распространены на песчаных и супесчаных почвах.

Мелколиственные леса, в основном березовые травянистые, формируются преимущественно в поймах на возвышенных участках, и занимают небольшие площади.

Луговой тип растительности представлен пойменными настоящими лугами и приурочен к местоположениям с оптимальным увлажнением, в верхних частях прирусловых валов. Болотистые луга формируются в нижних частях прирусловых валов. Торфянистые луга мало распространены [Гаврилов с.17].

В этой работе в дендрохронологическом плане целесообразно изучить, в первую очередь, типичные для заповедника сосняки брусничной группы типов леса.

Заповедник «Юганский» был основан в 1981 году. Его территория находится на Среднеобской аллювиальной террасированной низменной равнине. И относится к Обь-Иртышскому району Среднеобской области южной геоморфологической провинции в пределах Западно-Сибирской равнины.

Климатические особенности являются типичными для среднетаежной подзоны. Вегетационный период, короткий с прохладным летом, холодной зимой и избыточным увлажнением. Леса заповедника типичны для зоны таежных бореальных лесов ХМАО [Берхин, Бобов, 2004].

Более 60% территории заповедника занимают леса, преимущественно сосновые, на остальной части распространена растительность болотного, реже лугового типа. Сосна обыкновенная является самой распространенной породой, благодаря своей экологической пластичности [URL: <http://www.ugansky.ru/>].

Средний бонитет лесных насаждений характеризуется IV–V классом. Наиболее распространенные сосновые леса занимают 35,6% лесопокрытой площади, имеют низкую производительность и имеют средний класс бонитета III–IV.

Кедровые леса занимают 13,2% от лесной территории, имеют высокую продуктивность и имеют средний класс бонитета – IV. Леса с преобладанием ели и пихты занимают всего 5%, чаще они являются сопутствующими. Лиственные леса занимают  $\approx$  46% лесопокрытой площади. Производительность выше, чем у хвойных. У березы средний класс бонитета III, у осины – II.

По геоботаническому районированию [Воронов, Михайлова, 1971] территория относится к подзоне средней тайги, к Салымско-Юганскому округу верховых болот, кедрово-сосновых и темнохвойно-березовых зеленомошных и заболоченных лесов. В долинах рек развиты темнохвойные пихтово-еловые, пихтово-елово-кедровые леса с зеленомошным напочвенным покровом.

Наиболее производительные древостои приурочены к береговым дренированным террасам, на которых преобладают березовые мелкотравные и кустарничково-зеленомошные леса. Чаще здесь можно встретить леса из березы бородавчатой в приводораздельных участках и березово-осиновые в понижениях, в поймах рек – березу пушистую, на высоких террасах рек – брусничные березняки с редким подлеском из шиповника и ивы козьей. На припойменных террасах с аллювиальными почвами распространены осиново-березовые вейниковые леса.

Как уже говорилось выше, широко распространены сосновые леса. Иногда они сочетаются со сфагновыми болотами. Они характеризуются изреженностью и угнетенным состоянием древостоя.

На сухих местообитаниях, особенно на песчаных гривах и увалах, распространены боры-беломошники с редким древостоем и слабо развитым подлеском.

На склонах увалов и речных долин, где более богатые почвы, произрастают вторичные боры-брусничники.

Сосняки-черничники занимают нижние части склонов и хорошо дренированные понижения между холмами.

Междуречья и водоразделы заняты макролесьем с чахлой сосной и березой, перемежающимися с открытыми пространствами болот.

На выпуклых олиготрофных сфагновых болотах с озерково-грядово-мочажинными комплексами обычно произрастает угнетенная сосна, иногда имеющая вид низкого кустарника.

Луговая растительность распространена мало. Площади лугов в долинах рек невелики. Злаковое разнотравье распространено на свободных от леса возвышенных притеррасных частях пойм, вейниковые луга – в центральных частях пойм, бекманиевые и осоково-канареечниковые луга – на более низких уровнях пойм [Летопись природы: книга 1, 1986, с. 113].

В работе целесообразно исследовать древесно-кольцевые хронологии, представляющие широко распространенные в левобережье Средней Оби

смешанные сосново-кедрово-осиновые ягодниково-мелкотравно-зеленомошные леса.

Приобское месторождение расположено в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области в 65-и км к востоку от г. Ханты-Мансийска. К юго-востоку от месторождения проходят трассы газопровода Уренгой – Челябинск – Новополоцк и нефтепровода Усть-Балык – Омск. Рядом находятся месторождения: Приразломное, Салымское, Правдинское.

Месторождение расположено в Обь-Иртышском районе Среднеобской области южной геоморфологической провинции в пределах Западно-Сибирской равнины [Геоморфологическое районирование СССР..., с.76]. В орографическом плане – относится к Среднеобской аллювиальной террасированной низменной равнине с высотами не более 100 м над уровнем моря.

Рельеф относительно ровный, с отметками от 80 до 100 м. над уровнем моря. Уклон местности выражен слабо (0,03 м/км).

По территории месторождения проходит река Обь и делит его на две части. Освоение левого берега началось в 1988 г., правого – в 1999 г. Месторождение относится к Западно-Сибирской провинции.

Центральная часть находится в пойме реки, на территории молодой аллювиальной равнины. Здесь большая заболоченность и затопляемость в весенне-летний период. Южная часть находится на плоской аллювиальной террасе со слабовыраженными формами речной эрозии.

Климат на территории Приобского месторождения резко континентальный с продолжительной зимой и коротким теплым летом. Зима морозная и снежная. Среднегодовое количество осадков 500–550 мм в год, большая часть из них приходится на теплое время года [Берхин, Бобов, 2004].

Геологический разрез сложен мощной толщей терригенных отложений осадочного чехла мезо-кайнозойского возраста, залегающих на породах доюрского комплекса, представленных корой выветривания.

Нефтеносность охватывает более 2,5 км. Залежи нефти имеют форму замкнутых линзовидных тел, которые полностью заполнены нефтью [Ворошилов, с. 23].

Месторождение по видовому составу и количеству выбрасываемых веществ в атмосферу относится к производствам второй категории опасности (КОП).

Основными источниками загрязнений в атмосфере являются: при строительстве – передвижные котельные, дизельные электростанции, автотранспорт; при эксплуатации - скважины, замерные установки. Загрязняющими веществами являются оксиды азота, углерода, серы, бензапирен и такие взвешенные вещества, как мазутная зола, сажа [Ворошилов, с. 100].

По лесорастительному районированию Тюменской области [Комплексное районирование..., 1980], территория месторождения находится в пределах подзоны средней тайги лесной зоны Западно-Сибирской лесорастительной страны. Она входит в состав Салым-Юганского района приречных темнохвойно-кедрово-березовых зеленомошных лесов и заболоченных лесов междуречий Обь-Иртышской лесорастительной провинции. По лесоэкономическому районированию относится к Среднеобскому лесоэкономическому району зоны промышленно-эксплуатационных лесов.

На песчаных грунтах преобладают кедровые и лиственничные кустарничково-сфагновые сосновые леса с примесью ели, березы и других древесных пород, растущий на супесях или глинистых песках, а по долинам рек – кедровые леса с елью и пихтой и производные березовые лишайниково-зеленомошные и кустарничково-зеленомошные леса. В центральной, приподнятой дренированной части распространены светлохвойные березово-сосновые и кедрово-сосновые зеленомошные леса. В южной, приобской части, формируются ландшафты низин полесского типа с густой сетью озерных котловин, массивами мезотрофных грядово-мочажинных болот и

подболоченных сосновых и сосново-березовых лесов [Технический отчет..., с.22].

Наибольшее распространение на территории месторождения присуще елово-березовым с кедром, иногда с пихтой и сосной мелкотравно-зеленомошным лесам. Большую степень распространения имеют смешанные леса с доминированием ели и пихты [Колесников, Смологанов, с. 28].

В работе целесообразно исследовать древесно-кольцевые хронологии, смешанного зеленомошного леса с преобладанием сосны сибирской (кедр), так как он довольно близок по лесорастительным условиям с тест-полигоном в Юганском заповеднике.

## 2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТ-ПОЛИГОНОВ

### 2.2.1. ЗАПОВЕДНИК «ЮГАНСКИЙ»

Тест-полигон, рассматриваемый в данной работе расположен в квартале 950, выделе 24 Тайлаковского лесничества в юго-западной части Юганского государственного заповедника (Рисунок 2).

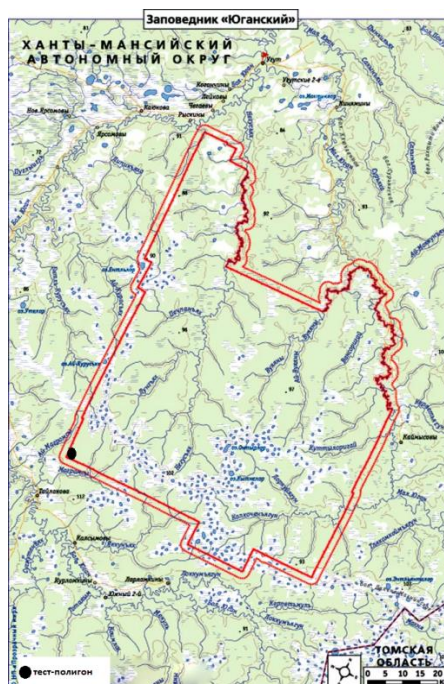


Рис. 2. Расположение тест-полигона на территории заповедника «Юганский» [yuganskiy2.jpg (715×1056) (geosfera.org)].

Урочище, на котором находится тест-полигон, представляет собой слабо расчлененный умеренно дренированный участок водораздела мелкого ручья с полого-бугристым рельефом с березово-осиновым с кедром и елью травяно-кустарничково-зеленомошным лесом. Располагается на аллювиально-аккумулятивном слабо расчлененном слабодренированном мезорельефе. На сверх-глубоко осветленной дерново-подзолистой глееватой ненасыщенной среднесуглинистой на озерно-аллювиальных почвах. Проанализированы буровые образцы древесины с 19 модельных деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).



Рис. 3. Сосново-кедрово-осиновый кустарничково-мелкотравно-зеленомошный лес [Летопись..., 2017].

Лес кустарничково-мелкотравно-зеленомошного типа, класс бонитета III, древостой двухъярусный, смешанный (Рисунок 3). В состав входят осина (*Populus tremula* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), береза повислая (*Betula pendula* Roth), пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), кедр сибирский (сосна кедровая) (*Pinus sibirica* DuRoi).

В первом ярусе преобладает кедр (сосна сибирская) и осина, средняя высота деревьев составляет 27 метров, а во втором ярусе – ель сибирская, средняя высота деревьев составляет 10–20 метров. Состав древостоя: 1 ярус – 4К 4Ос2С+Е+Б+П; 2 ярус – 5ЕЗК1Б1П. Средняя высота: 1 ярус, сосна – 30 м, кедр – 24 м; 2 ярус; высота до 20 м. Средний диаметр: сосны сибирской – 36 см, сосна – 33 см

Подрост, обеспечивающий предварительное возобновление леса, высотой до 10 м, имеет формулу состава 9П1Ос +К+Б, ед. С, Е

Подлесок не образует сомкнутого яруса, в его составе из крупных кустарников преобладает рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.), реже ива козья (*Salix caprea* L.), из мелких кустарников обычен шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindley), встречается жимолость алтайская (*Lonicera altaica* Pall.) [Летопись природы: книга 32, 2017, с. 23].

Травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы характеризуются типичным для средней тайги невысоким видовым разнообразием высших сосудистых растений. Встречаются виды семейств Плауновые (*Lycopodiaceae*), Хвощовые (*Equisetaceae*), Осоковые (*Cyperaceae*), Ситниковые (*Juncaceae*), Злаковые (*Gramineae*), Лилейные (*Liliaceae*), Орхидные (*Orchidaceae*), Розоцветные (*Rosaceae*), Кисличные (*Oxalidaceae*), Кипрейные (*Onagraceae*), Грушанковые (*Pyrolaceae*), Первоцветные (*Primulaceae*), Норичниковые (*Scrophulariaceae*), Жимолостные (*Caprifoliaceae*), Сложноцветные (*Compositae*).

Обычны черника (*Vaccinium myrtillus* L. ), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), линнея северная (*Linnaea borealis* L.), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.), плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L), дифазиаструм уплощенный (*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub.), осока шаровидная (*Carex globularis* L.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd), кислица (*Oxalis acetosella* L.), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), гудайера ползучая (*Goodyera repens* (L.) R.Br), костяника (*Rubus humulifolius* C.A. Meyer), княженика (*Rubus arcticus*



L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House), иногда любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) L.C.M.Rich), пальчатокоренник гебридский (*Dactylorhiza hebridensis* (Wilmott) Aver), марьянник луговой (*Melampyrum pratense* L.), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop), вейники (*Calamagrostis*).

В мохово-лишайниковом ярусе встречаются растения семейств Политриховые (*Polytrichaceae*), Дикрановые (*Dicranaceae*), Мниевые (*Mniaceae*), Гилкомиевые (*Hylocomiaceae*), Пилезиевые (*Pyloisiaceae*), Сфагновые (*Sphagnaceae*). Обычны плеврозиум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G.), Политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune* Hedw), дикранум многоножковый (*Dicranum polysetum* Sw.), сфагнумы (*Sphagnum* sp.), режениум волнистый (*Mnium undulatum* Hedw.), птилиум гребенчатый (*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not). Из лишайников встречаются Пельтигера пупырчатая (*Peltigera aphthosa* (L.) Willd.), Пельтигера собачья (*Peltigera canina* (L.) Willd), Кладония бокальчатая (*Cladonia pyxidata* L.) [Летопись природы: книга 32, 2017, с. 25].

С данного дендрохронологического тест-полигона перекрестную датировку прошли 8 образцов сосны обыкновенной. Средний возраст сосны обыкновенной составляет 155 лет. Минимальный – 142 года, максимальный – 163 года. Образцов сосны сибирской проанализировано 11 штук. Средний возраст – 118 лет. Минимальный – 96 года, максимальный – 138 лет.

В образце K173 присутствует ложное кольцо в кольце 1979 года.

## 2.2.2. ЗАПОВЕДНИК «МАЛАЯ СОСЬВА» ИМЕНИ В. В. РАЕВСКОГО

Заложенный дендрохронологический тест-полигон расположен в кварталах № 24–25 в южной части заповедника Малая Сосьва (Рисунок 4).

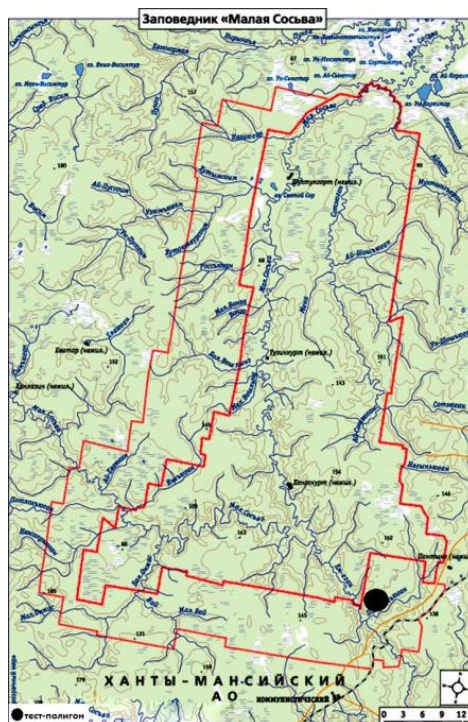


Рис. 4. Расположение дендрохронологического тест-полигона на территории заповедника «Малая Сосьва» [zms2.jpg (715×1095) (geosfera.org)].

Образцы сосны обыкновенной с 11 деревьев отобраны в сосняке лишайниково-кустарничковой группы типов леса (мозаика из багульниково-бруснично-лишайникового, багульниково-бруснично-мшистого, бруснично-зеленомошного типов леса), произрастающем на легких супесчаных почвах (Рисунок 5).



Рис. 5. Сосняк багульниково-бруснично-мшистый [Фото автора].

Древостой одноярусный IV–V классов бонитета, сомкнутость крон 0,3, с состав 10 С, средняя высота 18 м, средний диаметр 21 см. На некоторых участках в древостое есть редкая примесь березы (*Betula pubescens*) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*). В подросте преобладает сосна, редко кедр, ель и лиственница. В подлеске встречается рябина сибирская, шиповник иглистый.

Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 30–90 %. В видовом составе кустарничков доминирует брусника, постоянно присутствует багульник болотный, голубика, водяника. Встречаются хвощ лесной, осока сероватая, плаун сплюснутый, марьянник луговой, ястребинка зонтичная. В мохово-лишайниковом покрове несколько видов кустистых кладоний, политрихум обыкновенный, плеврозиум Шребера, дикранум скученный, дикранум метловидный, сфагнумы узколиственный, сфагнум Гиргензона и др. [Попова, Жеребятъева..., с. 192].

Из заповедника Малая Сосьва перекрестную датировку прошли 11 образцов сосны обыкновенной. Средний возраст сосны составляет 143 года. Минимальный – 96 лет, максимальный – 239 лет. В образцах С1, С8, С39 выявлено выпавшее кольцо с 1997 года.

### 2.2.3. НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ПРИОБСКОЕ»

Тест-полигон расположен в северо-восточной части месторождения Приобское (Рисунок 6), в Нялинском урочище (квартал № 754 Ханты-Мансийского лесничества, N 60°51'34,8'', E 69°59'14.1'').

Образцы с 13 деревьев сосны сибирской (кедра) отобраны в смешанном лесу травяно-зеленомошного типа с преобладанием кедра (Рисунок 7 – 10). Керны взяты на участке в образовавшейся после вырубке стене леса, не менее чем на 50 м отстоящем от границы, на переходном участке от суходола к древесному сфагново-багульниковому болоту.

Древостой составом 7КЗБ, класс бонитета III, средняя высота первого яруса 22 м (кед со средним диаметром 29 см), второго – 10–11 м (пихта). Сомкнутость полога неравномерна, не превышает 0,5–0,6. На участке кедр представлен разными возрастными группами, отдельные деревья достигают двухсотлетнего возраста.



Рис. 6. Расположение тест-полигона на месторождении «Приобское»

[<https://2cad.ru/blog/wp-content/uploads/2019/10/priobskoe-mestorozhdenie-1.jpg>]

Подрост состоит из кедра, ели, пихты разного возраста, в более старших возрастных группах ель заметно уступает кедру и количественно и по состоянию. На антропогенных участках отмечено возобновление кедра, ели, березы,

Подлесок развит слабо, единично встречаются рябина сибирская, бузина, шиповник иглистый, ива козья, малина, реже жимолость. Общее проективное покрытие составляет до 5 %.

В травяно-кустарничковом ярусе проективное покрытие составляет 60–85%. Он представлен багульником, черникой, брусникой, кислицей обыкновенной, линнеей северной, плауном, майником двулистным, седмичником европейским, марьянником луговым, голокучником трехраздельным, очанкой волосистой, вейником тупоколосковым, гудайерой ползучей, папоротниками, хвощами (*Gymnocarpium dryopteris*, *Equisetum sylvaticum*), из которых покрытие лесного хвоща составляет 30%, лугового – до 10 %. Также в небольшом обилии встречаются: грушанка зеленоцветковая, костяника, осока шаровидная, княженика, вороний глаз обыкновенный, звездчатка Бунге.

Моховой покров сложен в основном Гилокомиумом блестящим (*Hylocomium splendens*), плевроциумом Шребера с участием дикранума многоножкового, птилиума гребенчатого, политрихума обыкновенного, сфагнумов.



Рис. 7. Контрольный участок кедровника травяно-зеленомошного  
[Фото С. П. Арефьева]



Рис. 8. Импактная зона кедровника травяно-зеленомошного.  
[Фото С. П. Арефьева]



Рис. 9. Граница суходольного и заболоченного леса  
[Фото С. П. Арефьева]



Рис. 10. Зона подтопления  
[Фото С. П. Арефьева]

Моховой покров сложен в основном Гилокомиумом блестящим (*Hylocomium splendens*), плевроциумом Шребера с участием дикранума многоножкового, птилиума гребенчатого, политрихума обыкновенного, сфагнумов. Среди лишайников встречаются пельтигера пупырчатая, кладония оленья [Ильина, Лапшина, с. 74].

С территории Приобского месторождения перекрестную датировку прошли 13 образцов сосны сибирской (кедр). Средний возраст составляет 136 лет. Минимальный – 65 лет, максимальный – 205 лет. Выпавшие и ложные кольца не обнаружены.

Приведенные выше описания являются одними из базовых характеристик для оценки состояния геосистем ХМАО посредством анализа соответствующих древесно-кольцевых хронологий.



## ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА ЭТАЛОННЫХ ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЙ

### 3.1. ОТБОР ОБРАЗЦОВ

Основополагающими методическими источниками в дендрохронологических исследованиях экологического направления считаются монография «Methods of dendrochronology», вышедшая под редакцией Е. Кука и Л. Каириукстиса [Cook, Kairiukstis, с.403], работы проф. Ф. Швейнгрубера [Schweingruber, с. 409], С.Г. Шиятова [Шиятов, 2010, с. 80], Н.Б. Черных [Черных, с. 216]; и др.

Начальным этапом исследования является отбор крупных эталонных участков природной среды, в наименьшей степени затронутых освоением. Как уже отмечалось, отбор проводился на территориях двух крупнейших ООПТ ХМАО – государственных природных заповедников Юганский и Малая Сосьва. Первый представляет типичные природные комплексы широко вовлеченного в нефтеразработку левобережья Средней Оби (ближайшие месторождения Ледяное, Чистинное, Малоюганское, Южно-островное, Новопокурское, Угутское, Первомайское, Тайлаковское), второй – типичные природные комплексы крупной лесо-болотной Кондинской провинции с преобладанием сосняков – от заболоченных сфагново-багульниковых до сухих лишайниковых; его территория является фоновой для таких месторождений как Красноленинское, Эргинское [URL: [http://sibir-map.ru/map940292\\_0\\_0.htm](http://sibir-map.ru/map940292_0_0.htm)].

Для проведения древесно-кольцевого анализа были выбраны хвойные виды деревьев, так как они сильнее отзываются на изменение внешних условий, широко распространены, долговечны и имеют хорошо различимый годичный прирост древесины.

Для более точного результата в дендроклиматических исследованиях изучались и сравнивались деревья, принадлежащие к одному виду, одному возрасту и не имеющих деформаций [Шиятов, 2010, с. 73].

В данных условиях было принято решение использовать основные лесообразующие хвойные – сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris* L.) и сосну сибирскую (*Pinus sibirica* Du Tour), как наиболее близкие друг к другу систематически.

Для более точного датирования отбирали минимум 7 образцов с каждого тест-полигона, чтобы при сравнении можно было исключить ошибки, например подсчета ложных колец. Образцы, не достигшие возраста 30 лет отбраковывались как малопригодные для датировок, не имеющих устойчивые вариации.

В работе используются данные с двух эталонных тест-полигонов и одно с импактной территории:

- сосняк багульниково-бруснично-зеленомошный (заповедник «Малая Сосьва»);
- смешанный сосново-кедрово-осиновый ягодниково-мелкотравно-зеленомошный лес (заповедник «Юганский»);
- кедровник травяно-зеленомошный и кедровник долгомошный (месторождение Приобское, импактная зона скважины 9а).

Проводились таксационные описания тест-полигонов, которые даны в предыдущей главе.

Отбор образцов производился с живых деревьев (сосна обыкновенная, сосна сибирская) в заповеднике «Малая Сосьва» (Рисунок 11) в ходе экспедиции в 2019 году, в заповеднике «Юганский» в 2016 году, образцы кернов с которого были предоставлены Н. В. Жеребятъевой, и в нефтяном месторождении «Приобское» в 2005 году, данные с которого были предоставлены С. П. Арефьевым. С заповедника «Юганский» были отобраны оба вида, со второго заповедника – только сосна обыкновенная, так как второй вид в пределах этого ООПТ не обнаружен, а с импактной территории – сосна сибирская.



Рис. 11. Сосняк багульниково-бруснично-лишайниковый

[Фото автора]

С произрастающих деревьев отбор кернов осуществлялся с помощью возрастного бура Пресслера (Рисунок 12).

На каждый образец наносились такие данные, как место отбора керна, дата отбора, вид дерева и порядковый номер, для дальнейшей идентификации.



Рис. 12. Бурав Пресслера

[<http://www.advant-mpi.by/increment-borer.php>]

Все образцы бережно хранились и защищались от деформации до начала обработки. Отобранные образцы упаковывали в специально подготовленные бумажные конверты, которые затем подписывали. На конвертах указывали

место (тест-полигон) и дату отбора кернов, вид древесной породы, номер дерева, измеренный диаметр.

### 3.2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ И ИЗМЕРЕНИЯ

До того, как приступить к лабораторному анализу, проходила подготовка образцов кернов. Одним из важных факторов для исследования является хорошая «читаемость». Чтобы границы между кольцами и клетками были четко видны, необходимо тщательно зачистить торцевую поверхность образца древесины.

Для шлифовки можно использовать крупнозернистую шкурку, ножовку, шлифовальный круг, лезвие, скальпель или другой специальный инструмент. Необходимо, при работе, быть сосредоточенным и обращать внимание на сохранность и целостность образца.

У кернов, добытых с помощью бура необходимо срезать верхнюю часть, обрабатываемую сторону, а также смочить предварительно водой, чтобы размягчить древесину для более легкой обработки.

Для того, чтобы хорошо проявить годовичные кольца существуют механические, химические, физические и комбинированные методы.

Механический метод подразумевает, для получения контраста между годовичными кольцами, торцевую поверхность керна вдоль выбранного радиального направления зачищать режущим инструментом. Далее, необходимо поверхность тщательно зашлифовать [Хох, Кузменков, с. 125].

«Сухой» способ подразумевает под собой втирание в клеточные поры зачищенной поверхности образца с помощью пальца мелко размолотого порошка белого цвета. В качестве белого порошка можно использовать зубной порошок. Данный способ можно эффективно использовать для обработки образца, который поражен гнилью и имеет потемневшую древесину.

Образцы кернов, которые были взяты при помощи бура, являются, как уже говорилось, хрупкими. Поэтому, для их фиксации при возможном разломе использую клей, он может быть любым, но чаще используют клей ПВА

[Шиятов, 2000, с.75].

В начале лабораторных исследований подготавливались образцы древесных кернов, отобранных при полевых работах, которые удовлетворяли следующим требованиям: расположение в сходных климатических, ландшафтных условиях из заповедника и с антропогенной территории.

Производилась зачистка торцевой поверхности части образца, для лучшей читаемости годовичных колец. Для этого образец зачищался острым режущим предметом – лезвием бритвы. Бритвенное лезвие позволяет наилучшим образом зачищать поверхность образца, не деформируя первоначальную клеточную структуру древесины. Толщина среза составляла примерно 1–1,5 мм, параллельно сердцевине. При этом обрабатываемая часть керна предварительно смачивалась водой для упрощения процесса зачистки.

Чтобы годовичные кольца были хорошо видны при измерении под микроскопом, применялся сухой метод, использовался зубной порошок. Данный способ особенно эффективен для обработки образцов с трудно различимыми кольцами, например, при наличии ложных, очень узких, поврежденных колец или гнили.



Рис. 13. Бинокулярный микроскоп МБС 10.

[[https://www.mbs10.ru/instr\\_mbs-9.html](https://www.mbs10.ru/instr_mbs-9.html)]

Для измерения ширины колец использовали микроскоп МБС-10 с окуляр-микрометром (Рисунок 13). Образец древесины располагали на предметном столике микроскопа, а через окуляр под увеличением  $\times 40$  проводили подсчет числа колец и измерение их ширины.

Измерение колец у образца проводили в направлении от периферии ствола (последнее внешнее кольцо датировалось исходя из даты отбора образца) к центру. Во время работы каждое десятое кольцо помечали при помощи иглы для упрощения поиска нужных колец в случае необходимости. При этом образец располагали так, чтобы измерение ширины каждого кольца проходило по кратчайшему расстоянию между его границами.

### 3.3. ПЕРЕКРЕСТНАЯ ДАТИРОВКА ОБРАЗЦОВ

Следующий шаг после измерения всех образцов, собранных для составления обобщенной древесно-кольцевой хронологии, — это перекрёстная датировка индивидуальных хронологий, полученных для отдельных радиусов деревьев.

Впервые, официально метод перекрестного датирования был использован Д. Кюхлером в XIX веке, а распространил и доработал его А.Е. Дуглас в начале XX века. Благодаря данному методу можно выявить нарушения в синхронности прироста в схожих временных интервалах, соответственно, появляется возможность выявить точное положение ложных и выпавших колец.

Смысл метода перекрестной датировки заключается в том, что у каждого из образцов присутствует свой уникальный, неповторяющийся рисунок древесных колец, при этом есть и особо узкие или широкие кольца (или другие реперные кольца с устойчивыми признаками), синхронно образующиеся практически у всех деревьев на данном тест-полигоне. Соответственно, при перекрестной датировке индивидуальные кольцевые хронологии сравниваются между собой для совмещения таких синхронных реперных колец. Если число колец между такими реперами у разных образцов не совпадает, выявляются ложные и выпавшие кольца [Шиятов, 2010, с. 42].

Метод перекрестного датирования позволяет создать абсолютную датировку, основывающуюся на времени формирования каждого годичного кольца древесины. Абсолютная датировка означает точное определение календарной даты образования всех годичных колец у исследуемых образцов. Абсолютная датировка по кернам с живых деревьев проводится при точном знании даты отбора образца керна [Шиятов, 2000, с. 75].

Метод перекрестного датирования позволяет проводить не только абсолютную, но и относительную датировку годичных колец. В таком случае формируются так называемые «плавающие хронологии», известные, например, для археологической, ископаемой древесины, когда точная дата рубки или гибели деревьев не известна. Благодаря относительной датировке, можно определить на сколько лет позднее или раньше был прекращен рост дерева по сравнению с другим благодаря подсчету разницы в годах формирования подкорковых колец. А при хорошей сохранности подкоркового кольца можно определить сезон рубки или гибели дерева. Так, например, если оно не полностью сформировалось, то развитие дерева остановилось в течение периода роста, то есть в летние месяцы.

Для проведения перекрестной датировки лучшим визуальным решением будет построение графиков, по которым можно сделать наглядные выводы. Так на графике по горизонтальной оси надо отложить годовую последовательность, а по вертикальной оси надо отложить величины годичного прироста и другие характеристики.

При выявлении ложных или выпавших колец происходит сдвиг отрезков относительно друг друга на «правильные» позиции, то есть на годы, вследствие чего далее будут сделаны выводы о неблагоприятных условиях для роста деревьев в определенные периоды, а также проявится возможность проследить как откликается на влияние эндогенных и экзогенных факторов древесина.

Если перекрестная датировка не проведена, выпавшие и ложные кольца (а также пропуски или повторы по невнимательности) порождают ошибки в последовательности измеренных колец, нарушают синхронность древесно-

кольцевых хронологий, при этом положение колец может смещаться на несколько лет относительно их действительной даты. Однако, выявить выпавшие кольца сложно, особенно если поверхность кольца по кругу менее 6 мм. Обычно, такое кольцо датируется годом, когда у другой хронологии было сформировано узкое кольцо. Поэтому, лучше смотреть на поперечных спилах выпадающие кольца, так как там их легче проследить.

Чаще всего, выпадение колец происходит в основании ствола, в корнях и ветвях и очень редко - в верхней половине ствола. Соответственно, одним из способов для выявления таких колец, можно брать образцы с этих частей.

Отличительной чертой ложных колец является менее резко выраженная внешняя граница, а также ширина клеток поздней древесины может быть очень узка или даже вообще отсутствовать.

Если в период с весны до начала зимы, то есть за вегетационный период наблюдается постоянное ухудшение климата, то может сформироваться одно или несколько ложных колец или потемнений.

В особо неблагоприятные вегетационные периоды на поверхности ствола, ветвей или корней может не происходить деления клеток камбиальной зоны, из-за чего новый слой древесины не откладывается. Соответственно, если кольца не видно на части окружности спила, оно имеет название «частично выпавшее кольцо». Если кольцо не видно вообще, то такое годичное кольцо именуется как «выпадающее кольцо».

В ходе работы было выявлено 4 выпавших кольца в заповедниках.

Патологические смоляные ходы формируются, когда при повреждении живых деревьев, формируется большое количество смоляных ходов, больших по диаметру. Наиболее типичны патологические смоляные ходы для хвойных видов, имеющих вертикальные и горизонтальные смоляные ходы. Такие смоляные ходы представляют собой длинные межклеточные каналы, окруженные секреторной тканью называемой паренхимой, и заполненной смолой. По мере измерения керна под микроскопом отмечаются патологические структуры кольца.



В ходе работы было отмечено наибольшее количество смоляных ходов в поздней древесине.

Когда все образцы измерены, построены графики, производится визуальная оценка синхронности между ними и окончательная абсолютная или относительная датировка колец у каждой индивидуальной древесно-кольцевой хронологии.

Для выявления ложных колец, на одной местности в среднем необходимо сравнить хронологии у 7–10 деревьев одного вида.

Глазомерная датировка при сравнении слабо чувствительных колец, которые характеризуются сильным изменением величины радиального прироста древесины с возрастом, затруднительна. В таком случае необходимо рассчитать для каждой индивидуальной хронологии относительные величины, построить обобщенную индексированную хронологию на основе использования небольшого количества перекрестно датированных серий колец [Шиятов, 2000, с. 76].

Следует отметить, что в силу особенностей роста отдельных деревьев перекрестная датировка некоторых образцов бывает невозможна или сомнительна. Такие образцы выбраковываются.

В ходе настоящих работ процедуру перекрестной датировки прошли все индивидуальные кольцевые хронологии сосны обыкновенной и сосны сибирской, составившие 4 обобщенные хронологии. Перекрестная датировка обобщенных кольцевых хронологий также показала значительную синхронность реперных колец у хронологий по одной древесной породе с разных тест-полигонов ХМАО – Югры, но меньшую синхронность обобщенных хронологий по разным древесным породам (сосне обыкновенной и сосне сибирской).

#### 3.4. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИНДЕКСИРОВАНИЕ

Скорректированные в ходе перекрестной датировки хронологии абсолютной ширины колец содержат всю полноту дендрохронологической

информации, включая возрастные, ценотические, демутационно-восстановительные, гидрологические, климатические и другие составляющие, управляющие приростом деревьев. Однако для дальнейшего анализа обычно требуется дифференциация, сепарация отдельных факторов и их групп из всего этого сложного комплекса. Особенно важна такая процедура при проведении дендроклиматического анализа – выявления связей прироста деревьев с климатическими факторами. При этом в первую очередь из исходных древесно-кольцевых хронологий вычитается влияние возраста (кривая «большого роста», имеющая гормонально-физиологическую природу). Такая процедура называется стандартизацией древесно-кольцевых хронологий. В результате, ряды абсолютной ширины колец преобразуются в ряды безразмерных индексов ширины колец, изменяющихся в пределах от 0 до величин около 2. При значениях индекса около 1 прирост близок к многолетней норме, менее 1 – прирост ниже нормы, более 1 – прирост выше нормы. В таких индексированных кольцевых хронологиях климатический сигнал проявляется и может быть рассчитан тот или иной уровень связи прироста с климатическими факторами (обычно температурой воздуха или количеством осадков).

Существует несколько признанных способов стандартизации древесно-кольцевых хронологий [Methods..., 1990, с. 157], среди них можно выделить две основные группы методов. Первые основаны на подборе математической функции аппроксимации возрастной составляющей прироста, например метод негативной экспоненты. Вторые основаны на не связанных единой функцией итерациях соотношений ширины смежных колец, например метод экспоненциального сплайна. Сплайн, устраняя не только влияние возраста, но и влияние ценотических и других многолетних возмущений прироста, может в большей степени, нежели аппроксимация усилить климатические сигналы в коротких рядах, но требует более углубленного анализа длительных кольцевых хронологий, например, при выявлении глобального потепления климата в течение последнего столетия.

Для оценки пригодности индексированных древесно-кольцевых

хронологий для дендроклиматического анализа рассчитывается ряд критериев. Это, в частности, степень варьирования индексов индивидуальных хронологий при обобщении, коэффициент чувствительности Дугласа, коэффициент корреляции между рядами, критерий EPS (expressed population signal) [Ferguson, 1969, с. 22; Шиятов, 1986; Wigley, Briffa, Jones, с. 209].

В настоящей работе стандартизацию древесно-кольцевых хронологий проводили методом двойного экспоненциального сплайна [Cook, Peters, 1981]. Для этого рассчитывали центрированный коэффициент чувствительности  $k$ . Индивидуальные ряды  $k$  рассчитывали по формуле:

$$k_t = (w_t - w_{t-1}) / (w_t + w_{t-1}) \quad (1),$$

где  $w$  – ширина кольца,  $t$  – год. Далее по средним арифметическим  $k_t$  индивидуальных рядов формировали обобщенный ряд  $K$  для тест-полигона; этот ряд кумулировали ( $C$ ):

$$C_1 = K_1, C_2 = C_1 + K_2 \dots C_t = C_{t-1} + K_t \quad (2),$$

затем из кумуляты восстанавливали обобщенный ряд, имеющий возрастной тренд, но свободный от искажений, неизбежных при непосредственном суммировании рядов абсолютной ширины колец:

$$\hat{W}_t = 10^{Ct} \quad (3).$$

Полученный ряд  $\hat{W}$  можно калибровать в миллиметрах по исходным рядам старшего поколения деревьев. Индексацию ширины колец в таком ряде проводили методом двойного экспоненциального сплайна [Cook, Peters, 1981, с.48; Cook, Kairiukstis, 1990, с. 111; Дендрохронологическая реконструкция процесса..., 2017, с.110]:

$$E_1 = (\hat{W}_0 + \hat{W}_1)/2 \dots E_{t+1} = (E_t + \hat{W}_{t+1})/2, \hat{W}_0 = \hat{W}_1 \quad (4);$$

$$D_T = (E_{T+1} + E_T)/2 \dots D_{t-1} = (D_t + E_{t-1})/2, D_{T+1} = D_T \quad (5);$$

$$I_d = \hat{W}_t / D_t \quad (6),$$

где  $E$  – одинарный сплайн,  $D$  – двойной сплайн,  $T$  – конечный год,  $I$  – индекс ширины колец.

Для оценки тесноты связи между индивидуальными рядами  $k$  использовали парный коэффициент корреляции Пирсона  $r$ , рассчитывали

средний межсерийный коэффициент корреляции  $R$  (по радиусам разных деревьев), на его основе для оценки качества обобщенных хронологий рассчитывали единый популяционный сигнал EPS (пороговый уровень  $EPS \geq 0.85$ ), аналогично тому, как он обычно рассчитывается по индивидуальным рядам индексированной ширины колец [Wigley, Briffa, Jones, с. 209]:

$$EPS = RN / (RN + (1 - R)) \quad (7).$$

Также рассчитывали средний межсерийный нецентрированный коэффициент чувствительности по Дугласу, изменяющийся в пределах от 1 до 2. Считается, что хорошей чувствительностью характеризуются хронологии со средним коэффициентом выше 0,3 [Ferguson, 1969, с. 22].

### 3.5. ЭКОЛОГО-ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Экологический анализ древесно-кольцевых хронологий целесообразно начинать с обобщенных рядов абсолютной ширины годичных колец (мм) по каждой древесной породе с тест-полигона. Прежде всего отмечаются такие показатели как общая протяженность хронологии по числу лет и по датам (годам) ее начала и конца. Если хронология представлена деревьями разного возраста, приводится возраст и сроки жизни отдельных деревьев и их поколений. Обычно появление новых поколений деревьев в древостое происходит после частичной гибели старших поколений в результате низовых пожаров, поражения вредителями и болезнями, паводков, а также антропогенных воздействий (выборочная рубка, загрязнение окружающей среды и т. п.). В древостоях с участием старых деревьев таких возрастных поколений может быть несколько, соответственно можно судить о периодичности событий, бывших причиной их появления. Таким образом, уже анализ возрастного состава древостоя несет в себе важную экологическую информацию.

В хронологиях, представленных деревьями одного возраста (поколения), очень показательны значения и форма возрастной кривой. Так, выраженная пикообразная форма возрастной кривой и ее высокие значения на максимуме

свидетельствуют о высокой продуктивности (бонитете) древостоя, напротив, сглаженная и растянутая форма кривой, ее невысокие максимальные значения показывают низкое качество лесорастительных условий. Множественность выраженных максимумов возрастной кривой, чередующихся с резкими спадами, свидетельствует о периодическом влиянии на древостой природных или антропогенных разрушающих факторов (пожары и проч.). По более сглаженным многолетним колебаниям кривой абсолютной ширины колец на всем ее протяжении можно судить о природных циклах, управляющих состоянием экогеосистем. По возрастной кривой можно судить о физиологической фазе развития деревьев. Первоначальный подъем левого восходящего плеча кривой до достижения максимальных значений в целом соответствует ювенильной фазе с преобладанием ростовых гормонов. По достижению максимума дерево вступает в генеративную фазу, начинают образовываться плоды и семена. Далее на изломе правого нисходящего плеча возрастной кривой дерево достигает возраста спелости и вступает в длительную (у хвойных порядка столетий) стационарную фазу с равновесием ростовых и генеративных гормонов, сочетающую активное семеношение и стабильный прирост с медленным малым снижением. Переход в фазу старения (сенильную) с низким, стремящимся к нулю и нестабильным приростом наступает обычно после неблагоприятного климатического периода или иного нарушающего воздействия, после которого полного восстановления дерева уже не происходит. Следующее нарушающее воздействие такой силы приводит уже к гибели старого дерева.

Следует иметь в виду, что для дендроклиматического анализа наиболее пригодны участки древесно-кольцевых хронологий, приходящиеся на стационарную фазу развития деревьев. В ювенильной и сенильной фазах роста деревья имеют физиологические особенности, могущие не только ослаблять дендроклиматические связи из-за высокого уровня случайных «шумов», но и изменять их характер по сравнению со стационарной фазой.

Важное диагностическое значение имеют показатели варьирования ширины синхронных годовичных колец у разных деревьев в древостое (и даже на разных радиусах одного дерева). Повышение коэффициента вариации кривой абсолютного прироста показывает снижение устойчивости структуры древостоя в результате нарушающего воздействия природных или антропогенных факторов. При этом часть деревьев погибает, а сохранившиеся в разреженном древостое деревья, оказываются неустойчивы в возросшим ветровым нагрузкам. Для восстановления устойчивости они образуют в зонах механической нагрузки на ствол широкие кольца компенсаторной креновой и тяговой древесины, что проявляется в резком увеличении коэффициента вариации ширины колец в течение ряда лет. Снижение коэффициента вариации до исходного уровня свидетельствует о восстановлении устойчивой структуры древостоя. Повышенный коэффициент вариации позволяет отличать широкие кольца, возникшие вследствие таких аномалий развития древостоя от широких колец, образовавшихся в благоприятных условиях роста.

Для выявления связей радиального прироста деревьев с климатическими факторами (денроклиматических связей), как правило, используются стандартизованные (индексированные) древесно-кольцевые хронологии. В качестве климатических факторов на предмет выявления таких связей чаще всего используются многолетние ряды среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков за месяцы, в течение которых происходит рост годовичных колец (в условиях ХМАО – Югры июнь-август). Такие связи могут быть выявлены и для месяцев, предшествующих росту древесных колец, в том числе и зимних, поскольку их погодно-климатические параметры влияют на последующую сохранность и активность камбия, перераспределение ресурсов влаги, а также выживание насекомых-вредителей. Могут быть установлены денроклиматические связи и с месячными показателями температуры и осадков предыдущего года. Такие многолетние ряды месячных показателей температуры и осадков берутся по данным наблюдений ближайшей к тест-полигону метеостанции. Поскольку длительными рядами наблюдений

располагают не все ныне действующие метеостанции иногда целесообразно использовать длительные ряды более отдаленных метеостанций (на территории ХМАО–Югры – Березово, Ханты-Мансийск).

В качестве показателя дендроклиматических связей чаще всего рассчитывается коэффициент корреляции Пирсона. В более ранних дендроклиматических исследованиях коэффициент корреляции между дендрохронологическими рядами и рядами метеонаблюдений рассчитывали для всей продолжительности ряда. В условиях, крайнего севера лесной зоны, где рост деревьев сильно лимитирован дефицитом тепла, связь древесного прироста с температурой летних месяцев достигает высокого уровня, со значениями коэффициента корреляции до 0,7–0,9. Однако в условиях ХМАО – Югры, где такого рода лимитирование не столь жесткое, дендроклиматические связи значительно слабее, а в самых лучших условиях произрастания могут не достигать значимого уровня. В последние годы был обнаружен феномен дендроклиматической дивергенции – изменения характера дендроклиматических связей в разные исторические периоды в связи с изменением климата. Поэтому в настоящее время все чаще используется расчет коэффициента корреляции не по всей длине сопоставляемых древесно-кольцевых и климатических рядов, а скользящего коэффициента корреляции. Чаще всего берется 20-летнее окно скольжения. Это позволяет не только обнаружить периодически достоверные дендроклиматические связи даже в лучших условиях произрастания деревьев, но и, строя скользящие дендроклиматические кривые, устанавливать многолетние климатические тренды, в том числе тренды, вызванные наблюдаемым ныне потеплением климата.

При расчете дендроклиматических связей значения дендроклиматических кривых  $R > 0$  показывают дефицит фактора для деревьев данного вида в данных лесорастительных условиях (тепла или осадков в данный месяц года). Значения кривой  $R < 0$  показывают избыток фактора, отрицательно влияющий на прирост деревьев. Значения дендроклиматической кривой, близкие к нулю, показывают

оптимальное влияние фактора или его незначимость для роста деревьев. Дендроклиматические кривые, показывающие связь прироста деревьев с температурой воздуха, называются «дендротермическими», а показывающие связь с количеством осадков – «дендроплювиальными» (для зимнего периода – «дендронивальными»).

При наличии эталонных дендроклиматических кривых, полученных из типичных заповедных местопроизрастаний, где антропогенное влияние на экосистемы минимально, хорошие диагностические результаты дает их сравнительный анализ с дендроклиматическими кривыми, полученными из типологически близких местопроизрастаний, испытывающих влияние антропогенных факторов. В данном случае возможно сравнение дендроклиматических кривых по территориям заповедников «Малая Сосьва» и «Юганский» и месторождения «Приобское».

Анализируются различия между откликом на климатические события деревьев на разных участках, выдвигаются гипотезы, что могло послужить таким отклонениям и составляется общий вывод.

В работе расчет дендроклиматических связей проводился по данным ближайших метеостанций. Значения среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков, за исследуемый промежуток времени, взяты с метеостанций п.г.т. Октябрьское и с. Угут, как наиболее близких к исследуемым местностям и обладающим наиболее полной базой необходимых данных [URL: [www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru)].

Скользящая корреляция прироста со среднемесячными температурами воздуха и месячными суммами осадков высчитывается между двумя древесными образцами, в которую закладывается двадцатилетний период.

После проведения вышеописанной работы построены графики изменения деревьев по связи прироста индекса двойного экспоненциального сплайна (Id) со средней температурой воздуха и суммой осадков по месяцам вегетационного периода. На графике по оси абсцисс отображены года, по оси ординат – скользящая корреляция прироста.



Изучив ландшафтные особенности территорий и сравнив с полученными значениями, было сделано заключение по дендрохронологическим особенностям на данных участках. А также произведено сравнение образцов кернов с эталонных участков и образцами с нарушенных территорий и сделаны комплексные выводы по характеру изменчивости между этими территориями.

При сравнении импактных хронологий с эталонными проанализированы: сходство исходных ландшафтно-типологических условий, анализ по разности индексов, по степени варьирования, по скользящей корреляции, по данным дендроклиматического анализа эталонной и импактной хронологий.

На завершающем этапе была проведена оценка состояния геосистем на рассмотренных тест-полигонах Ханты-Мансийского автономного округа.

## ГЛАВА 4. ЭКОЛОГО-ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

### 4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЙ

Исследованы керны древесины из 43 деревьев из наиболее распространенных лесорастительных условий различных районов ХМАО - Югры, в т.ч. с 11 деревьев сосны из заповедника «Малая Сосьва», с 19 – из заповедника «Юганский» (8 – сосна обыкновенная, 11 – сосна сибирская), с 13 деревьев сосны сибирской – с территории месторождения «Приобское» (приложение 1-4).

Хронологии абсолютной ширины колец сосны обыкновенной и сосны сибирской(кедр) с этих территорий представлены на рисунках 14 и 15 средние и лимитные значения ширины колец по этим хронологиям.

С 1930-х гг. до настоящего времени в сосне обыкновенной можно отметить выраженный тренд уменьшения прироста на фоне флуктуаций. У кедра такой последовательности не наблюдается. Сосна обыкновенная имеет более выраженную связь с метеорологическими факторами относительно сосны сибирской.

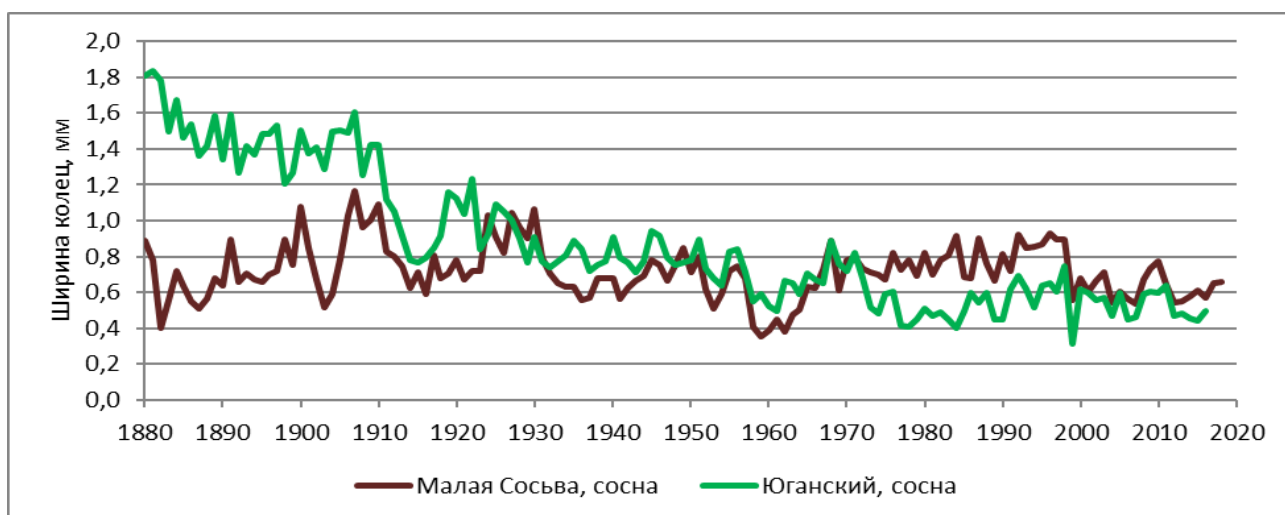


Рис. 14. Хронологии абсолютной ширины колец (мм) сосны на территориях тест-полигонов.

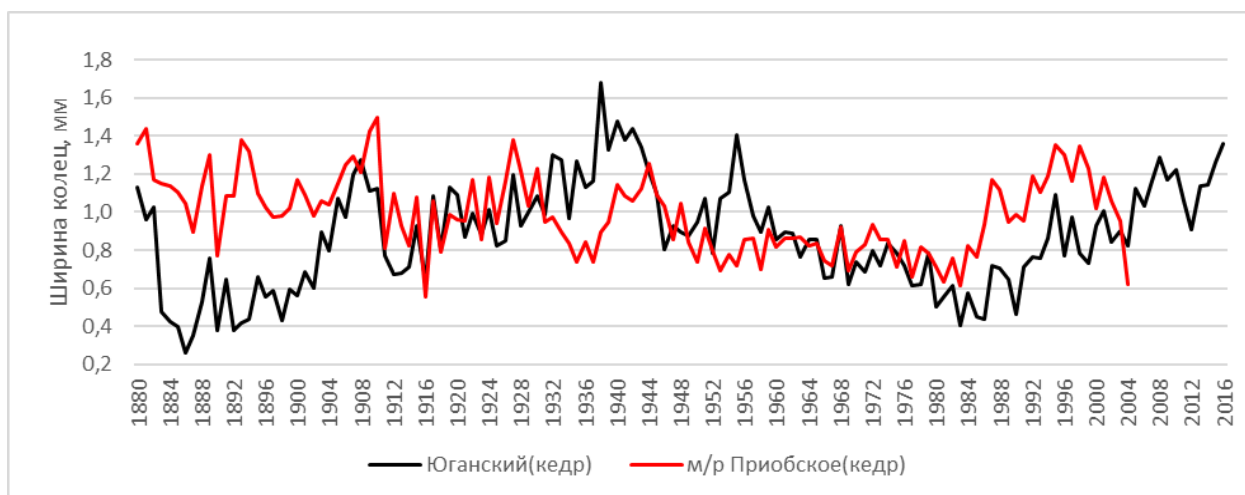


Рис. 15. Хронологии абсолютной ширины колец (мм) кедр на территориях тест-полигонов.

За период с 1880 по 2004 года ширина колец (радиальный прирост) сосны обыкновенной и кедр на исследуемых территориях в разные годы варьировался в пределах от 0,26 мм в Юганском заповеднике до 2,44 мм на месторождении Приобское, приведенных в таблице 1 и в приложении 5. По полученной таблице (Таблица 1) можно предположить, что средняя ширина годичного кольца увеличивается с запада на восток (от Малой Сосьвы до Юганского), и так же возрастает их амплитуда колебания, что может быть связано с разной влажностью лесов, а наибольшая амплитуда колебания в зоне активного влияния антропогенной нагрузки.

Таблица 1

Значения ширины годичных колец (мм) деревьев на тест-полигонах в период 1880–2004 гг.

Древесно-кольцевая хронология	Среднее	Min	Max
Заповедник «Малая Сосьва» (сосна)	0,73	0,36	1,16
Заповедник «Юганский» (сосна)	0,91	0,31	1,83
Заповедник Юганский (кедр)	0,85	0,26	1,68
Месторождение «Приобское» (кедр)	0,99	0,27	2,44

Заметный на большинстве исследованных абсолютных хронологий общий тренд к уменьшению ширины годичных колец обусловлен изменением баланса ростовых и генеративных гормонов по мере увеличения возраста и

старения деревьев. Однако и на фоне этого тренда видны существенные колебания ширины колец, определяемые изменением как природных (в частности, погодно-климатических) факторов, так и антропогенными факторами. В колебаниях радиального прироста, вызванных природными факторами, часто прослеживается цикличность, длина таких циклов, имеющих разное происхождение (солнечная активность, приливно-отливные силы и др.) может составлять от нескольких лет до нескольких десятилетий или столетий [Максимов, с. 87].

Так же, причиной такого линейного изменения можно считать глобальное потепление на территории ХМАО. Возможно, именно этот показатель отражается на приросте кедра с 1980-х годов.

В работе необходимо отметить лимитирующий закон и закон минимума Либиха, которые ограничивают рост деревьев при отклонении фактора от оптимума.

На территории тест-полигона с нефтяного месторождения разработки начались в 2000 году. Соответственно, отклик радиального прироста на антропогенную нагрузку заметно выражается в уменьшении ширины годичного кольца, а также может выражаться в уменьшении амплитуды погодичных колебаний и изменений цикличности.

Одним из объяснений колебаний прироста является 33–35-летний климатический цикл (брикнеровский цикл), при котором происходит чередование прохладно-влажных и засушливо-теплых климатических периодов (1950–1955 годы очень засушливые, 1982–1989 годы были очень жаркими и т. д.). В 1970-х годов был холодный период, так же можно отметить аномальные сезонные похолодания 1997–2000 гг.

Так же, максимальный прирост достигается в первой половине вегетационного сезона, в период активного повышения температуры и максимального освещения.

Индексированные ряды ширины годичных колец не подвержены влиянию возраста деревьев, а также влиянию ценологических факторов, они содержат, прежде всего, климатический сигнал. В работе использован метод индексации рядов двойным экспоненциальным сплайном с расчетом индексов Id. На рисунках 16 и 17 приведены индексированные хронологии ширины годичных колец сосны и кедра с тест-полигонов.

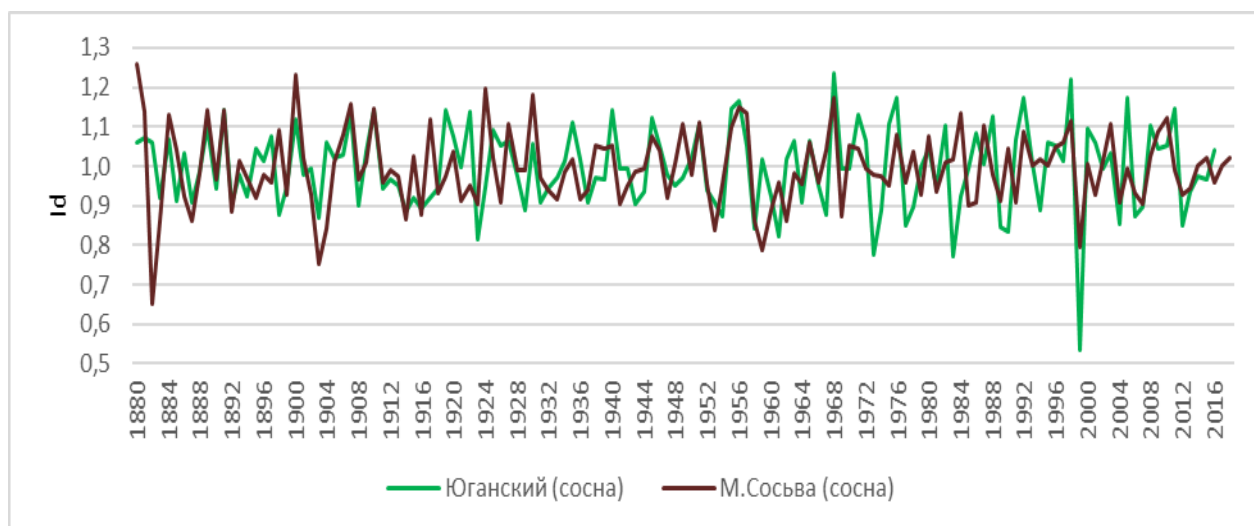


Рис. 16. Хронологии индексированной ширины колец Id сосны на тест-полигонах.

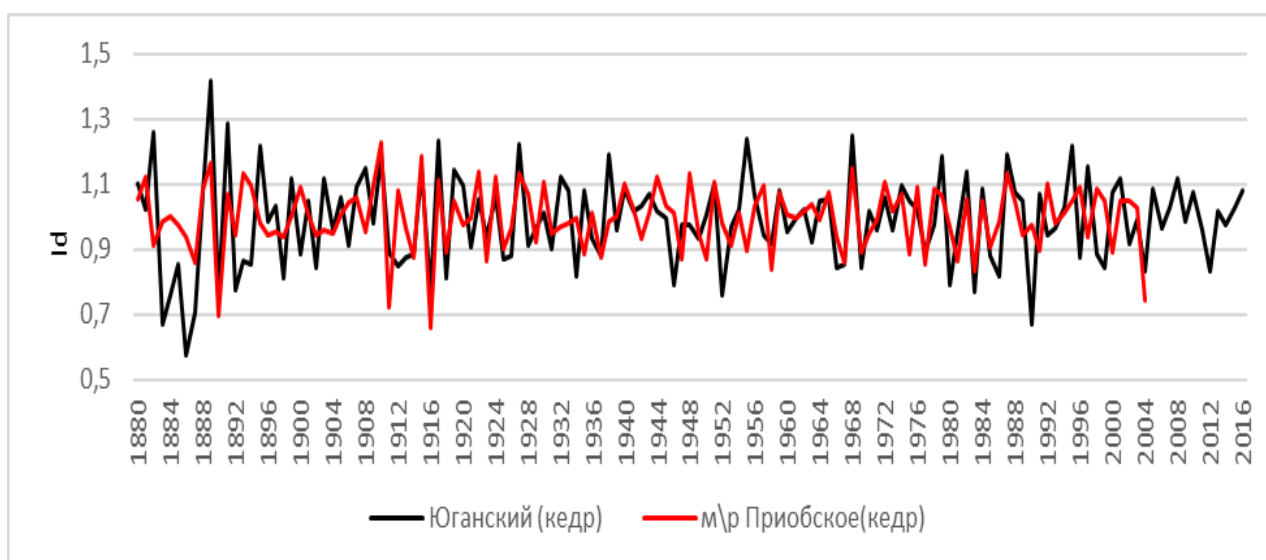


Рис. 17. Хронологии индексированной ширины колец Id кедра на тест-полигонах.

По результатам расчетов EPS (выраженного популяционного сигнала) для большинства сформированных рядов значения оказались выше критического (0,8), кроме сосны обыкновенной (з-к «Юганский»). Из этого можно сделать вывод, что обобщенные хронологии достаточно чувствительны к климатическому сигналу, что отражено в таблице 2.

Таблица 2

Значения выраженного популяционного сигнала в индексированных древесно-кольцевых хронологиях по тест-полигонам

Древесно-кольцевая хронология	EPS
Заповедник "Малая Сосьва", сосна	0,84
Заповедник "Юганский", сосна	0,74
Заповедник "Юганский", кедр	0,91
Месторождение "Приобское", кедр	0,87

Средняя чувствительность по Дугласу (Kd) всех обобщенных рядов оказалась удовлетворительной, то есть выше 0,20. Из таблицы 3 можно сделать вывод, что деревья восприимчивы к изменениям экологических условий. Следовательно, мы можем использовать полученные данные для эколого-дендроклиматического исследования.

Таблица 3

Значения средней чувствительности древесно-кольцевых хронологий по Дугласу по тест-полигонам

Древесно-кольцевая хронология	Kd
Заповедник "Малая Сосьва", сосна	0,23
Заповедник "Юганский", сосна	0,23
Заповедник "Юганский", кедр	0,24
Месторождение "Приобское", кедр	0,22

Экстремальные значения индекса ширины годичных колец Id, как правило, определяются экстремальными погодно-климатическими условиями отдельных лет; для исследованных древесно-кольцевых хронологий они

приведены в таблице 4. Общие значения ширины годичных колец приведены в приложении 6.

Таблица 4

Экстремальные значения индекса ширины годичных колец Id по тест-полигонам за период 1880–2004 гг.

ДКХ	Min		Max	
	Id	Год	Id	Год
"Малая Сосьва", сосна	0,65	1882	1,26	1880
"Юганский", сосна	0,53	1990	1,23	1968
"Юганский", кедр	0,58	1886	1,42	1889
"Приобское", кедр	0,66	1916	1,23	1910

Из таблицы 5 можно сделать вывод, что значимой корреляции индексированного прироста с погодно-климатическими показателями вегетационного периода на промежутке с 1960 по 2004 года не выявлено.

Большая часть значений коэффициентов корреляции в таблицах 5 и 6 близки к 0, это указывает на то, что влияние факторов среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков на радиальный прирост не прослеживается или находится в оптимуме.

Достоверные положительные корреляции обнаружены для температур мая (0,40) для тест-полигона кедра в Юганском заповеднике и марта (0,25) для тест-полигона сосны с заповедника Малая Сосьва.

Таблица 5

Корреляции индексированного радиального прироста сосны и кедра на тест-полигонах со среднемесячными температурами воздуха за период 1960–2004 по метеостанциям Угут (зап. Юганский, м/р. Приобское) и Ханты-Мансийск (зап. М. Сосьва)

ДКХ	Коэффициент корреляции r по месяцам							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
М. Сосьва, сосна*	0,06	0,10	0,25	-0,13	0,15	-0,16	-0,12	0,07
Юганский,	0,08	-0,11	-0,07	-0,03	0,19	-0,27	-0,11	-0,00

сосна**								
Юганский, кедр**	0,04	0,00	0,10	0,01	0,40	-0,17	-0,03	0,01
Приобское, кедр***	-0,09	0,07	0,02	-0,20	0,13	-0,30	-0,02	-0,10

\*  $r_{крит} = 0,19$ ; \*\*  $r_{крит} = 0,23$ ; \*\*\*  $r_{крит} = 0,25$

Таблица 6

Корреляции индексированного радиального прироста сосны и кедра на тест-полигонах с месячными суммами осадков за период 1960–2004 по метеостанциям Угут (зап. Юганский, м/р. Приобское) и Ханты-Мансийск (зап. М. Сосьва)

ДКХ	Коэффициент корреляции r по месяцам							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
М. Сосьва, сосна*	-0,17	0,07	-0,20	-0,02	-0,04	0,01	-0,02	-0,05
Юганский, сосна**	0,20	0,04	-0,03	-0,11	-0,08	0,25	-0,12	-0,02
Юганский, кедр**	0,07	0,15	-0,14	-0,16	-0,11	-0,02	-0,01	0,25
Приобское, кедр***	0,10	0,03	-0,04	0,02	-0,21	0,06	-0,18	0,09

\*  $r_{крит} = 0,22$ ; \*\*  $r_{крит} = 0,23$ ; \*\*\*  $r_{крит} = 0,25$

Достоверные положительные корреляции, которые указывают на дефицит фактора, обнаружены для осадков июня (0,25) и августа (0,25) для тест-полигонов сосны и кедра соответственно в Юганском заповеднике.

Достоверные отрицательные корреляции, которые указывают на избыток фактора, обнаружены для температур июня (0,30 и 0,27) для тест-полигонов кедра и сосны в Приобском месторождении и Юганском заповеднике соответственно.



Достоверных отрицательных корреляций для осадков не обнаружено.

Положительная корреляция рядов индексов прироста и температуры марта может быть связана с тем, что с приходом весны и подготовкой к вегетационному сезону дереву нужно достаточное количество тепла для роста и развития.

#### 4.2. АНАЛИЗ СКОЛЬЗЯЩИХ ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯЦИЙ

Достоверные положительные значения скользящих дендроклиматических коэффициентов корреляции свидетельствуют о дефиците соответственно тепла или осадков в данный месяц на протяжении предшествовавшего временного промежутка (20 лет). Чаще всего достоверные положительные значения корреляций с температурой воздуха присущи весеннему периоду (март-май), а также сентябрю. Это может быть связано с тем, что фазовый переход к началу вегетации весной, как и переход к ее завершению осенью являются критическими для физиологии деревьев, началом вегетационного сезона года (март-июнь), и камбий деревьев в это время особо чувствителен к воздействию неблагоприятных погодно-климатических факторов, особенно к заморозкам. Обнаруженная в последние годы положительная корреляция радиального прироста деревьев с температурами воздуха в марте связана с более ранним наступлением весны вследствие масштабного потепления климата.

Осадки и температура на протяжении вегетационного периода в меньшей степени влияют на прирост кедра, чем сосны, что отражается в таблицах 7–10. Наибольшее количество значимых корреляций приходится на весенний период и сентябрь, ноябрь.



## Продолжение таблицы

Год	Фев- раль	Март	Ап- рель	Май	Июнь	Фев- раль	Ап- рель	Июнь	Август
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	0,46	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	0,56	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	0,58	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	0,64	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	0,66	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	0,64	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	0,55	-	-	-	-0,48	-
2004	-	-	0,45	0,51	-	-	-	-	-
2005	-	-	0,47	0,51	-	-	-	-	-
2006	-	-	0,5	0,45	-	-	-	-	-
2007	-	-	0,55	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	0,51	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	0,54	-	-	-	-	-	-
2010	-	0,48	0,74	-	-	-	-	-	-
2011	-	0,64	0,68	-	-	-	-	-	-
2012	-	0,56	0,55	-	-	-	-	-	-
2013	-	0,49	0,55	-	-	-	-	-	-
2014	-	0,46	0,55	-	-	-	-	-	-
2015	-	0,45	0,46	-	-	-	-	-	-
2016	-	0,46	0,45	-	-	-	-	-	-

Таблица 8

Достоверные ( $p \geq 0.44$ ) значения 20-летней скользящих дендроклиматических корреляций индексированной ДКХ сосны Юганского заповедника (по месячным рядам метеостанции Угут)

Год	Коэффициент корреляции по климатическим факторам						
	Среднемесячная температура воздуха			Месячное количество осадков			
	Март	Май	Июнь	Январь	Май	Июнь	Июль
1960	-	0,58	-	-	-	-	-

## Продолжение таблицы

Год	Март	Май	Июнь	Январь	Май	Июнь	Июль
1961	-	0,5	-	-	-	-	-
1962	-	0,47	-	-	-	-	-
1966	-		-	-	-	-	-
1973	-	-	-	-	-	-	-
1974	-	-	-	-	-	-	-
1975	-	-	-	-	-	-	-
1976	-	-	-	0,5	-	0,48	-0,44
1977	-	-	-	0,52	-	0,49	-0,43
1978	-	-	-	0,47	-	0,47	-
1979	-	-	-	0,47	-	-	-
1980	-	-	-	0,46	-	-	-
1981	-	-	-	0,46	-	-	-
1982	-	-	-	0,46	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	0,45	-
1986	-	-	-	-	-	0,49	-
1987	-	-	-	-	-	0,5	-
1988	-	-	-	-	-	0,49	-
1989	-0,45	-	-	-	-	0,49	-
1990	-0,49	-	-	-	-	-	-
1991	-0,48	-	-	-	-	-	-
1992	-0,44	-	-	0,46	-	-	-
1993	-0,46	-	-	-	-	-	-
1994	-0,5	-	-0,47	-	-	-	-
1995	-0,49	-	-0,46	-	-	-	-
1996	-0,44	-	-0,54	-	-	-	-
1997	-0,43	-	-0,53	-	-	-	-
1998	-	-	-0,53	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-0,44	-	-
2010	0,48	-	-	-	-	-	-
2011	0,64	-	-	-	-	-	-
2012	0,67	-	-	-	-	0,46	-
2013	0,63	-	-	-	-	0,47	-
2014	0,61	-	-	-	-	0,46	-



## Продолжение таблицы

Год	Апрель	Июнь	Август	Январь	Март	Май	Июль	Август
1985	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-0,46	-	-
1988	-	-	-	-	-0,45	-0,44	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-0,5	-	-	-0,44	-	-	-
1991	-	-0,54	-	-	-	-	-	-
1992	-	-0,56	-	-	-	-	-	-
1993	-	-0,55	-	-	-	-	-	-
1994	-	-0,5	-	-	-0,47	-	-	-
1995	-	-0,6	-	-	-	-	-	-
1996	-	-0,63	-	-	-0,44	-	-	0,46
1997	-	-0,57	-	-	-0,46	-	-	0,47
1998	-	-0,59	-	-	-0,44	-	-	-
1999	-	-0,59	-	-	-0,51	-	-	-
2000	-	-0,63	-	-	-0,49	-	-	-
2001	-	-0,6	-	-	-	-	-	-
2002	-	-0,65	-	-	-	-	-	-
2003	-0,54	-0,52	-	-	-	-	-	-
2004	-	-0,51	-	-	-	-	-	-

Таблица 10

Достоверные ( $p \geq 0.44$ ) значения 20-летней скользящих дендроклиматических корреляций индексированной ДКХ сосны Малая Сосьва заповедника (по месячным рядам метеостанции Ханты-Мансийск)

Год	Коэффициент корреляции по климатическим факторам								
	Среднемесячная температура воздуха				Месячное количество осадков				
	Февраль	Март	Апрель	Июль	Январь	Февраль	Март	Май	Июль
1951	-	-	0,52	-	-	-	-	0,48	-
1952	-	-	0,6	-	-	-	-	0,5	-
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1956	-	-	-	-	-	-	-0,43	-	-
1957	-	-	-	-	-	-	-0,47	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	-0,5	-	-

## Продолжение таблицы

Год	Фев- раль	Март	Ап- рель	Июль	Январь	Фев- раль	Март	Май	Июль
1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-0,46	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-0,47	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	-0,49	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	-0,45	-	-	-	-
1966	-	-	-	-	-0,56	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	-0,54	-	-	-	-
1977	-	0,46	-	-	-	-	-	-	-
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1979	-	0,48	-	-	-	-	-	-	-
1980	-	-	-	-0,51	-	-	-	-	-
1981	-	0,45	-	-0,46	-	-	-	-	-
1982	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
1983	-	0,53	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	0,58	-	-	-	-	-0,45	-	-
1985	0,48	0,48	-	-	-	-	-	-	-
1986	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,43
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,48
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,49
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,48
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,51
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,49
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-0,44	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-0,51	-	-	-0,56	-
2000	-	-	-	-	-0,49	-	-	-0,55	-
2001	-	-	-	-	-0,49	-	-	-0,57	-
2002	-	0,49	-	-	-0,43	-	-	-0,59	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-0,61	-
2004	-	-	-	-	-	0,51	-	-0,53	-
2005	-	0,44	-	-	-	-	-	-0,6	-
2006	-	0,47	-	-	-	-	-	-0,59	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-0,61	-
2008	-	0,46	-	-	-	-	-	-0,68	-

2009	-	0,59	-	-	-	-	-	-0,69	-
2010	-	0,55	-	-	-	-	-	-0,76	-
2011	-	0,48	-	-	-	-	-	-0,69	-
2012	-	0,51	-	-	-	-	-	-0,64	-
2013	-	0,49	-	-	-	-	-	-0,55	-
2014	-	0,47	-	-	-	-	-	-0,56	-
2015	-	0,48	-	-	-	-	-	-0,55	-
2016	-	0,45	-	-	-	-	-	-0,51	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-0,44	-
2018	-	-	-	-	-	-	-	-0,46	-

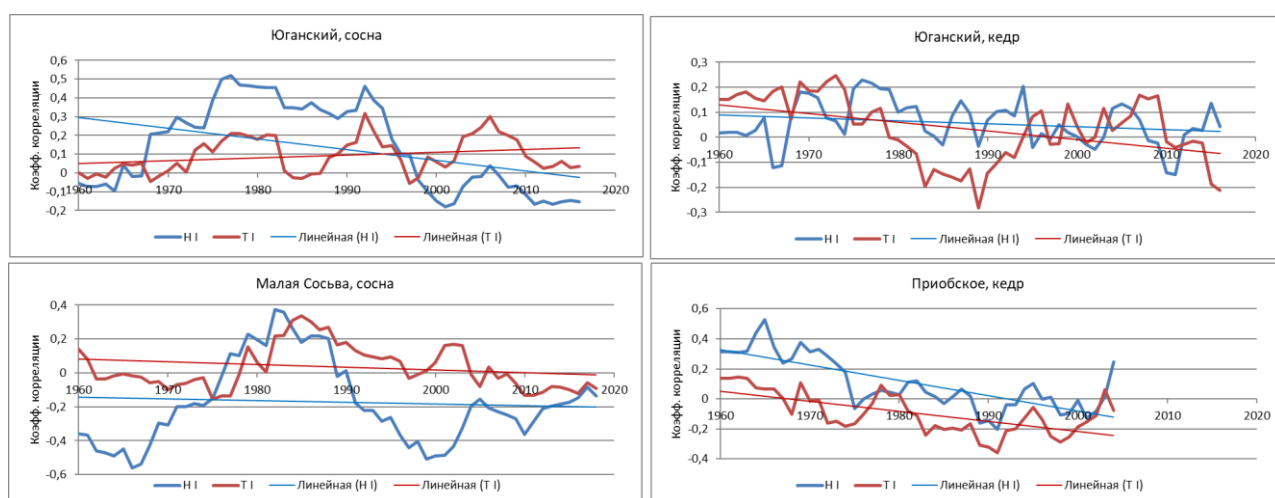


Рис. 18. Изменение связи радиального прироста деревьев Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в январе ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

Примерно в период 1980–1990гг. в январе дендрониввиальная кривая активно растет из-за высоких температур, оказывая на прирост недостаточное влияние. Прирост сосны ухудшается, так как уменьшается количество грунтовых вод. После 2010 года на всех территориях реакция уменьшается и влияние несущественно.

Дендротермическая кривая менее выражена на месторождении, что может быть связано как с меньшей зависимостью от данных факторов, так и расположением в антропогенной зоне. В Юганском можно отметить



увеличение дендротермической кривой после 2000 года, то есть снизилось влияние температуры.

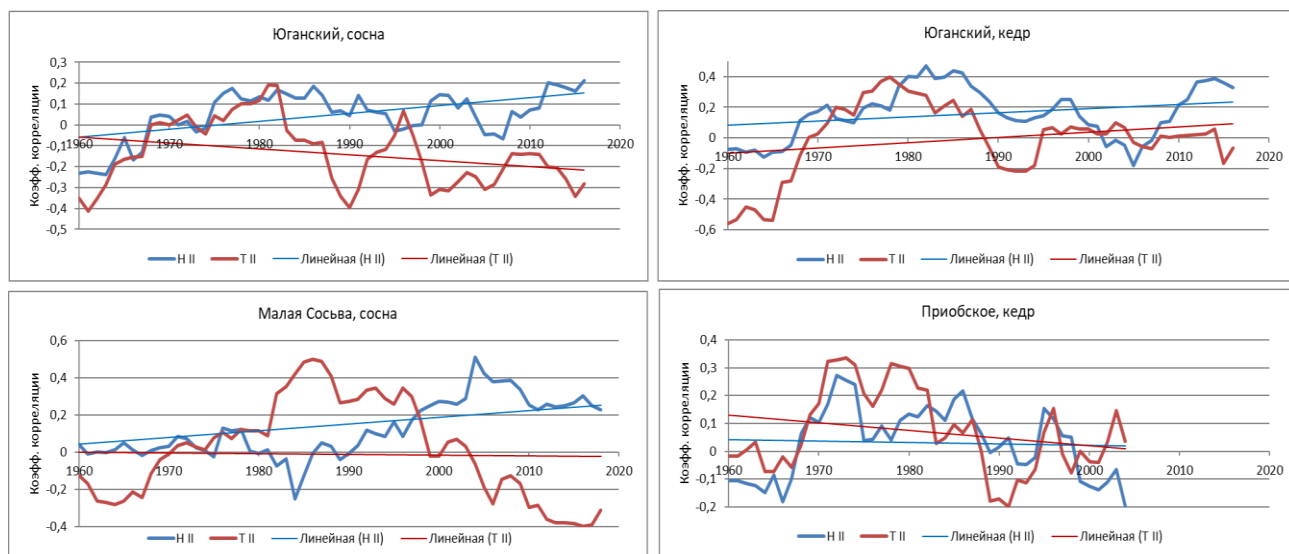


Рис. 19. Изменение связи радиального прироста деревьев в Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в феврале ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

В период с 1952 по 1955 в феврале заметно избыточное влияние температуры на прирост из-за очень сухого периода и высоких температур добавляется влияние патогенных факторов (древесные вредители), происходит нарушение прироста, и его последствия отражаются на последующих годах. Это хорошо отражает кедр на территории Юганского заповедника. То же можно отметить и для периода 1982–1989 гг. всех полигонов этот период так же отмечен засушливым, соответственно влияния вредителей-насекомых увеличилось.

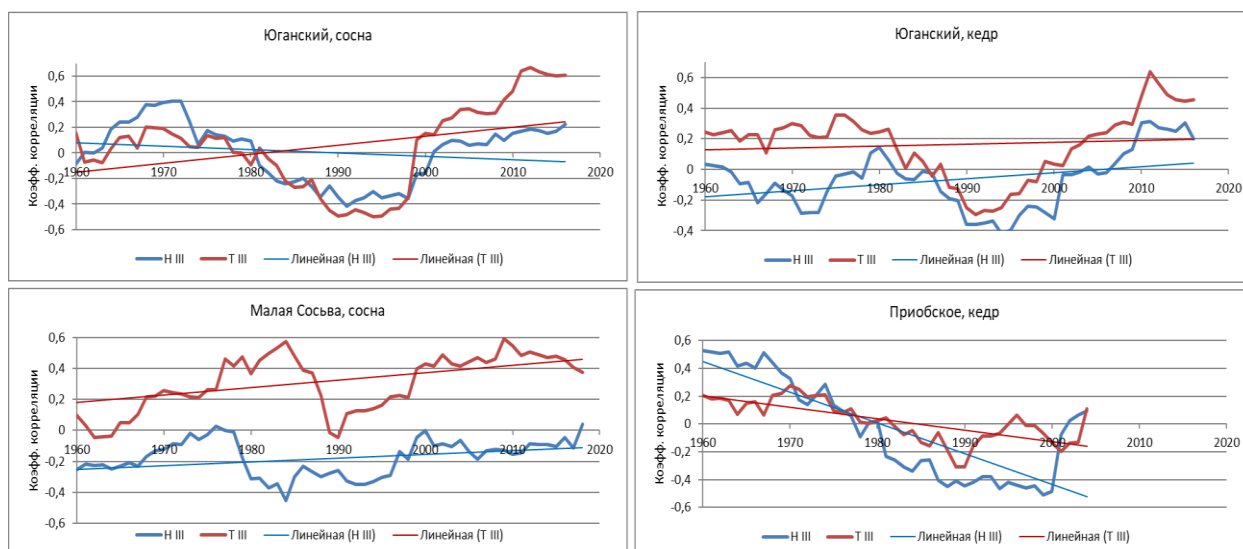


Рис. 20. Изменение связи радиального прироста деревьев Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в марте ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

В Юганском заповеднике, на свежих местообитаниях сосна чувствует положительное влияние на прирост от небольшого количества осадков. В марте на территории Юганского заповедника отмечается схожий тренд к увеличению недостаточности влияния факторов между сосной и кедром особенно после 1980 года, соответственно в этот период они относительно одинаково реагирует на факторы осадков и температуры. В заповеднике М. Сосьва и месторождение Приобское тренд слабее, но тоже повторяется.

Дендротермическая кривая сосны в Малой Сосьве почти не имеет отрицательных корреляций, может быть связано с тем, что на сухом местообитании избыток тепла меньше сказывается на дереве, чем на влажных местообитаниях.

Избыток осадков в марте в 1960-е и 1990-е отражающийся в понижении дендроплювиальной кривой в М. Сосьве может быть связан с поздними

заморозками.

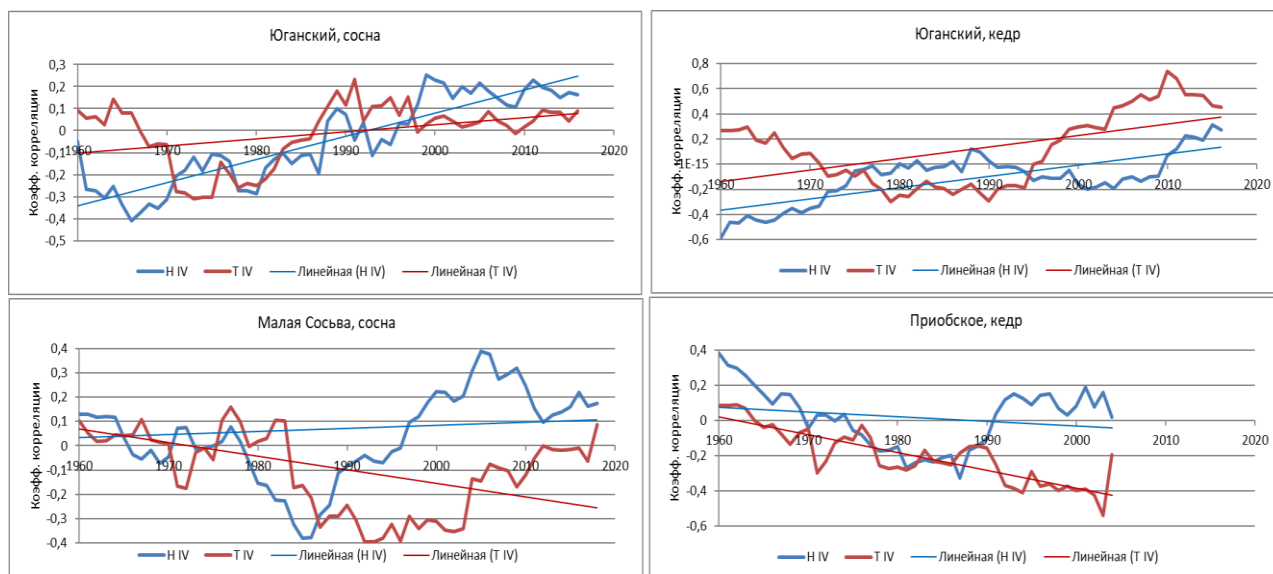


Рис. 21. Изменение связи радиального прироста деревьев Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в апреле ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

Отрицательная связь с осадками апреля часто характерна для достаточно влажных биотопов, к которым относятся травяно-зеленомошные леса заповедника Юганский и месторождения Приобское, где в условиях избытка увлажнения и недостатка кислорода в корнеобитаемом слое, осадки апреля – периода весеннего снеготаяния, оказывают негативное воздействие на радиальный прирост. В Юганском заповеднике у прироста сосны и кедра в апреле можно отметить выраженный тренд от отрицательной корреляции с количеством осадков до примерно 1990-х годов, где отмечен избыток запасенных осадков, к положительной корреляции в текущем столетии (от отрицательных значений дендроплювиальной кривой порядка  $-0,4$  до положительных порядка  $0,25$ ), то есть сухости климата. На Приобском месторождении подобный тренд не выражен, с 1990-х годов тут отмечается избыток осадков в апреле, соответственно отрицательная корреляция. Однако у месторождения в апреле отсутствуют достоверные значения, как и по температуре, тренд выражен слабо.

В Малой Сосьве прирост сосны до пожаров 1988 г. Далее, заметен активный отрицательный рост дендротермической кривой. Также, тут

наблюдается тренд к избытку осадков в апреле, возможно это связано с заболачиванием территории, но после активных пожаров, когда почва обнажилась, наблюдается тренд к уменьшению избыточного влияния из-за дефицита запасенных осадков.

С 2000-х годов в апреле дендротермическая кривая растет в заповедниках, то есть отмечается недостаточное влияние фактора, которое может быть связано с достаточно холодным месяцем. На месторождении отрицательное влияние, усиливающееся в последние годы связано с увеличивающейся антропогенной нагрузкой.

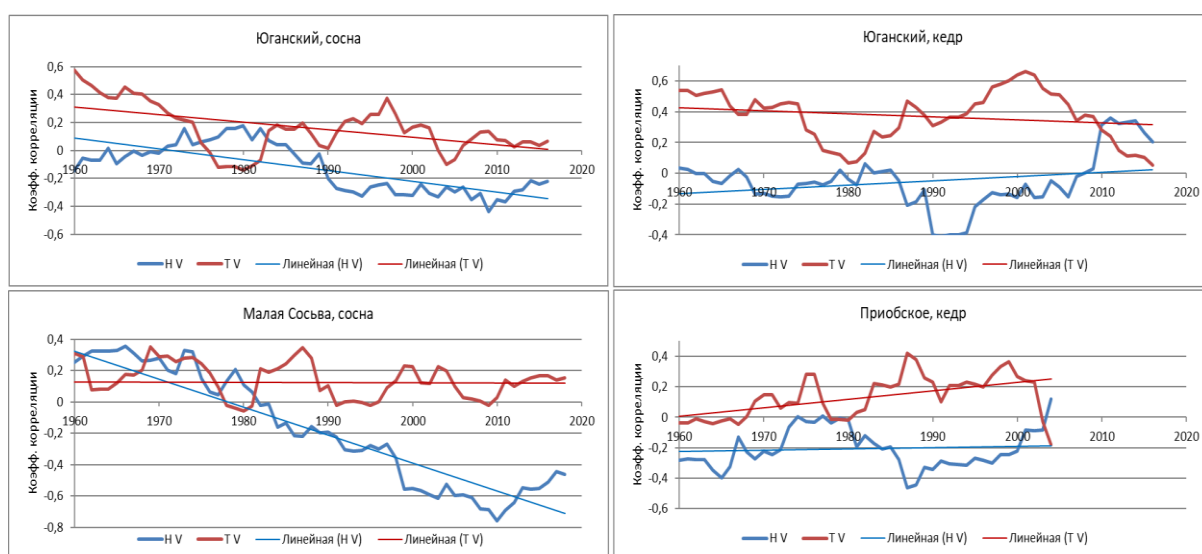


Рис. 22. Изменение связи радиального прироста деревьев Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в мае ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

Отрицательные значения дендроплювиальной кривой в марте и мае на всех полигонах в 1997–2000 гг. объясняется аномально холодным периодом (избыточное количество осадков при низких температурах воздуха).

У прироста кедра (Юганский) в мае недостаточная связь с температурой воздуха на протяжении почти всей шкалы: тренд на положительную корреляцию. Начиная примерно с 2008 года, начинается увеличение месячных температур и соответственно тренд смещается к нулю.

У кедров с полигонов Юганского заповедника и Приобского месторождения хорошо прослеживается отрицательная закономерность влияния факторов, примерно с 1980 по 2005 года прослеживается сильное влияние, далее утихающая. Данные отрицательные значения осадков говорят об их избытке, соответственно плохо влияющем на рост деревьев.

У прироста сосны на полигонах заповедников так же хорошо прослеживается увеличение отрицательных значений осадков. Дендротермическая кривая у сосны имеет тренд к уменьшению существенного влияния на прирост.

Дендроплювиальные кривые у сосен в мае имеют общий тренд к уменьшению прироста из-за возможно уменьшения влаги в период пожаров, особенно заметно в заповеднике Малая Сосьва.

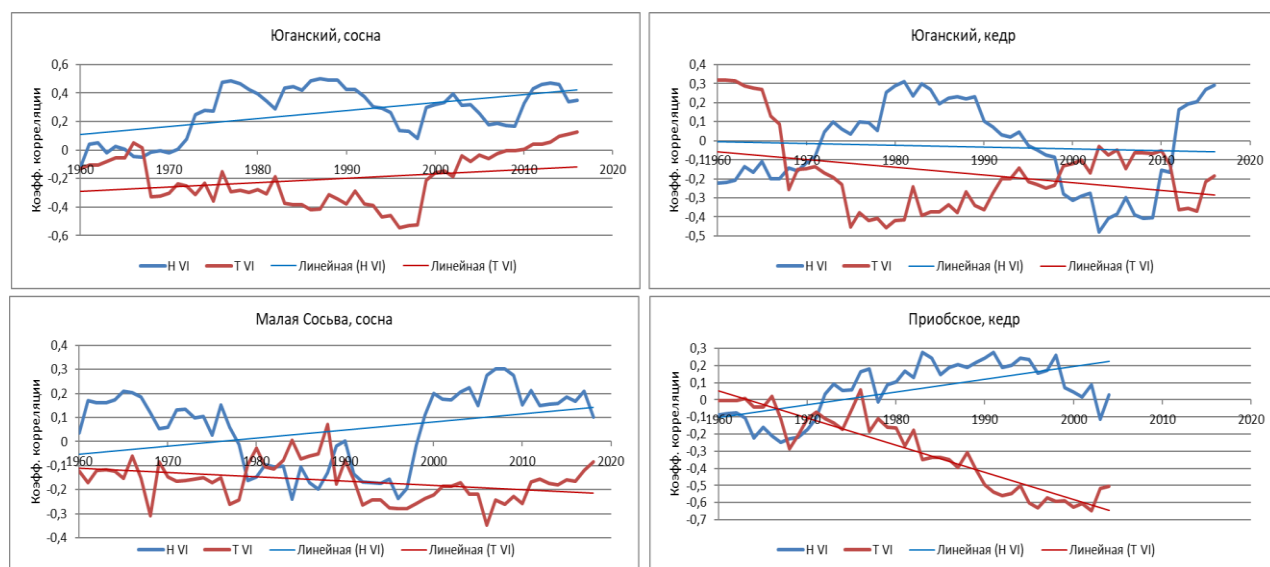


Рис. 23. Изменение связи радиального прироста деревьев Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в июне ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

Июнь считается одним из основных факторов влияния на годовой прирост. Температуры летних месяцев имеют наибольшее значение для прироста.

На территории Западной Сибири часты майско-июньские засухи. Низкая влажность почвы может лимитировать радиальный рост.

На всех полигонах заметно преобладание отрицательных значений в зависимости от температуры, наиболее заметно выражен тренд на Приобском месторождении, за счет среднемесячного увеличения температур. Так же на Приобском месторождении прослеживается противофаза в соотношении дендротермической и дендроплювиальной кривых, всё более отклоняющихся от оптимума к началу XXI века.

Из-за уменьшения осадков после 2000 года заметно увеличивается положительная реакция на прирост сосны, что может быть связано с адаптивной реакцией этих форм на стрессовые условия. За счет засухоустойчивости сосны, ее прирост не сильно уменьшается из-за уменьшения осадков, в отличие от кедра. В наибольшей степени отличается дендроплювиальная кривая кедр из Юганского заповедника, что может быть связано с внутренними модуляциями кедр на полигоне.

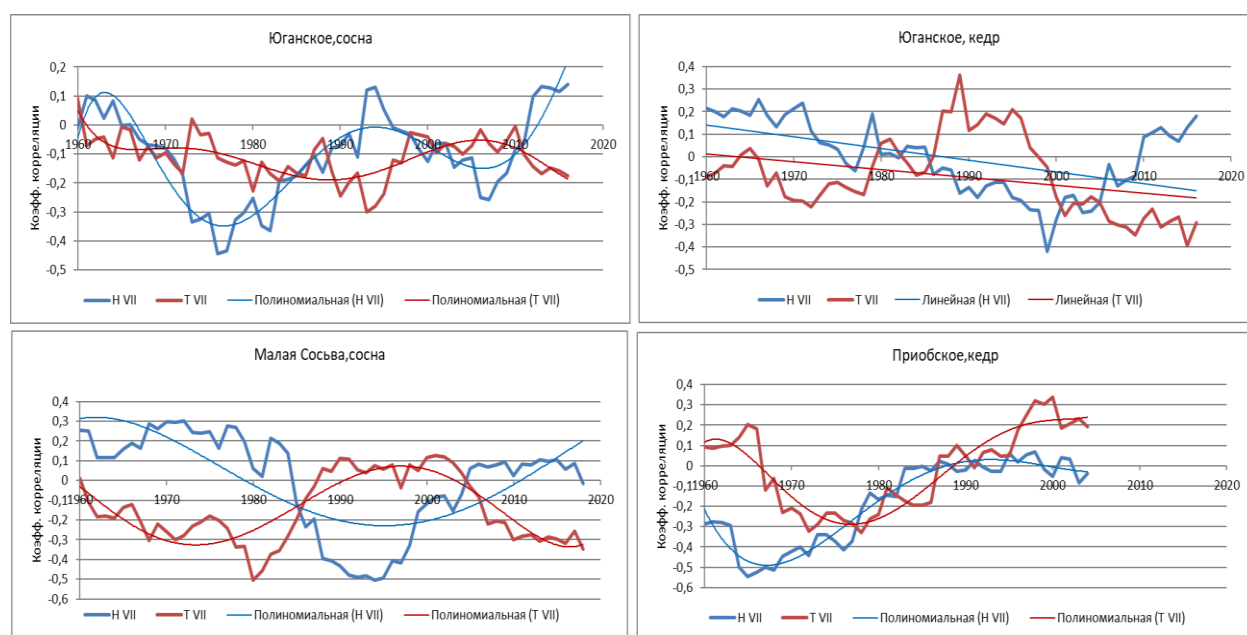


Рис. 24. Изменение связи радиального прироста деревьев Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в июле ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

На территории заповедников нередко пожары. Наиболее пожароопасный период июль-август. В заповеднике Малая Сосьва выявлена прямая закономерность температуры и пожаров. Так, чем выше температура (в частности, выше  $14^{\circ}\text{C}$ ) и меньше осадков, тем больше пожаров. На графике отмечается после 2005 года отрицательная корреляция прироста от

температуры, в заповеднике в этот период отмечалось большое количество пожаров почти ежегодно.

В лишайниковых сосняках Малой Сосьвы почвенные условия сухие, в отличие от травяно-зеленомошных лесов полигонов Юганского и Приобского, где почвенные условия достаточно влажные. Соответственно, такие характерные особенности как недостаток влаги и избыток тепла на деревьях с Юганского и Приобского оказывают меньшее влияние, чем на М. Сосьву, где условия суше. Деревья, растущие на сухой песчаной почве более чувствительны к изменению в количестве осадков [Вихров, Протасевич, 1965].

В 2010 году было аномально жаркое лето, за счет чего заметно в следующие годы уменьшение прироста.

В лишайниковых сосняках Малой Сосьвы почвенные условия сухие, в отличие от травяно-зеленомошных лесов полигонов Юганского и Приобского, где почвенные условия достаточно влажные. Соответственно, такие характерные особенности как недостаток влаги и избыток тепла на деревьях с Юганского и Приобского оказывают меньшее влияние, чем на М. Сосьву, где условия суше. Деревья, растущие на сухой песчаной почве более чувствительны к изменению в количестве осадков [Вихров, Протасевич, 1965].

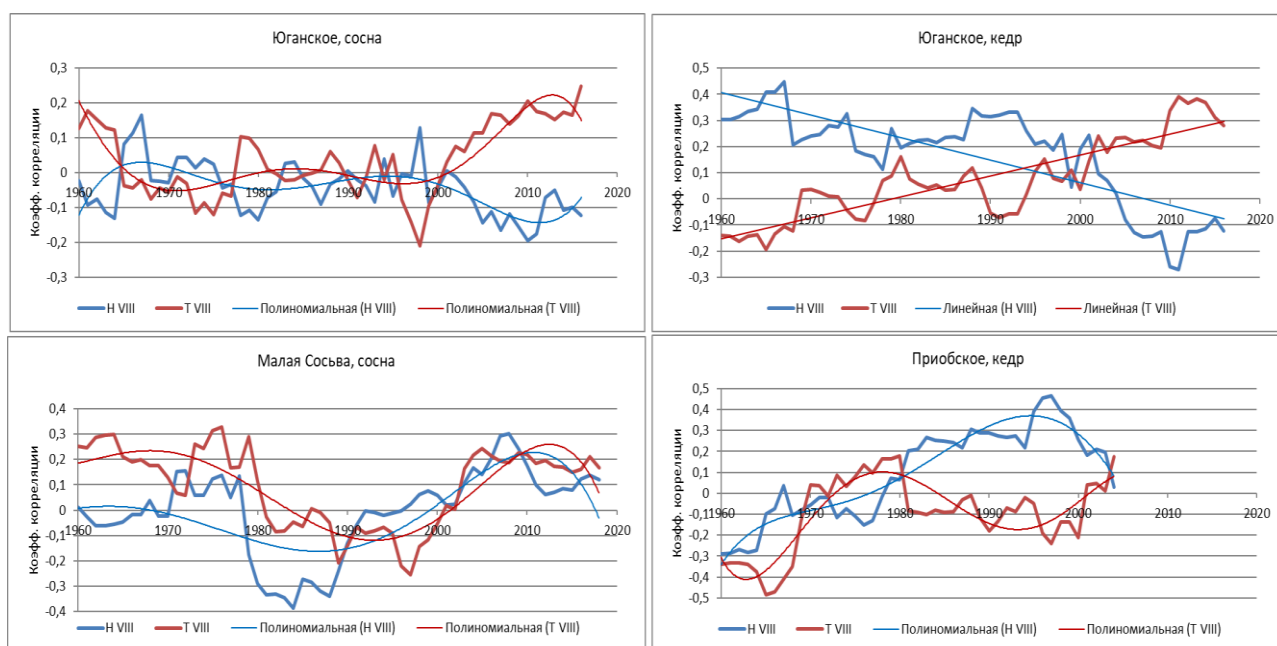


Рис. 25. Изменение связи радиального прироста деревьев Id со средней температурой воздуха (Т) и суммой осадков (Н) в августе ( $r_{\text{крит}} = 0,44$ )

Тренды дендротермических и дендроплювиальных кривых кедра в июле и августе на одних и тех же участках имеют схожий ход, однако сила влияния осадков и температур взаимоизменяется. В июле отмечено большее влияние на положительные значения осадков, в августе – температур, исключением является кедр на Приобском месторождении.

Хотя значения дендроклиматических кривых сосны на обоих тест-полигонах в августе не достигают достоверных значений на уровне  $p = 0.05$ , их тренды в августе имеют другой характер, нежели в июле. Сильнее всего разнятся дендротермические кривые этих месяцев (они находятся почти в противофазе) в слабо удерживающих влагу лишайниково-кустарничковых сосняках заповедника Малая Сосьва. Так, если в период до 1980-х гг. в самом теплом из летних месяцев июле наблюдался достоверный избыток тепла, то на склоне лета в августе – уже его некоторый дефицит. В период 1990-х, включающих аномально холодные годы, в июле намечается недостаток тепла, на фоне которого августовское тепло было скорее избыточным. В период с 2004 г., отмеченный засухами, в июле вновь виден некоторый избыток тепла, а в августе его недостаток. Если соотношение дендротермической и дендроплювиальной кривых в июле находилось в противофазе, что показывало чередование уклоняющихся от оптимума засушливо-жарких и холодно-влажных периодов, то фаза августовских кривых почти совпадает, что показывает в более благоприятный сбалансированный гидротермический режим этого месяца для лишайниково-кустарничковых сосняков. В настоящий период климатические параметры августа в них близки к оптимальным.

В хорошо удерживающих влагу травяно-зеленомошных лесах Юганского заповедника динамика и соотношение дендротермической и дендроплювиальной кривых в июле были во многом противоположны таковым в сухих сосняках Малой Сосьвы, в частности до 1980-х гг. отмечался достоверный избыток осадков, а после них – очевидная тенденция к их недостатку. В августе, судя по низким значениям дендроклиматических кривых, влияние температуры и осадков на прирост сосны в травяно-



зеленомошных лесах в целом близко к оптимальному. Однако с начала текущего столетия на этом тест-полигоне наметилась слабая тенденция к расхождению дендроклиматических кривых с некоторым недостатком тепла и избытком осадков, что может свидетельствовать если не о заболачивании, то о нарастании застойных процессов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных на территории заповедников «Малая Сосьва», «Юганский», а также месторождения «Приобское» эколого-дендрохронологических исследований показали, что производительность и состояние лесов Ханты-Мансийской автономной области округа на протяжении последнего столетия было подвержено значительным изменениям, как колебательного характера, так и с выраженным вековым трендом. Судя по установленным корреляциям рядов прироста деревьев с рядами среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков, важнейшими факторами отмеченных изменений состояния лесов региона являются климатические, среди которых особое место занимает потепление климата. Изменение климата – это часть планетарных изменений природной среды. Такая подвижность проявляется на всех уровнях – от глобального до локального. На климатические факторы изменения состояния лесов региона накладываются лесные пожары и антропогенные факторы, связанные с нефтепромышленным освоением территории ХМАО – Югры и развитием ее инфраструктуры. Как показывает анализ древесно-кольцевых хронологий сухих сосняков заповедника «Малая Сосьва», лесные пожары в массе своей сильно связаны с засушливо-теплыми фазами климатических циклов, в этом плане продолжение векового тренда к потеплению и усилению сухости климата региона способствует усилению природной пожароопасности. С пожарами и засухами часто сопряжено и распространение вредителей леса, которым наиболее подвержены темнохвойные леса юга региона, в частности на территории заповедника «Юганский». Такие антропогенные факторы состояния лесов ХМАО – Югры, как подтопление лесов, разливы нефти и промышленных вод, загрязнение воздуха вблизи объектов нефтепромыслов и инфраструктуры напрямую не связаны с климатическими факторами, но их негативное воздействие на леса может усиливаться или ослабляться в зависимости от характера климатического периода, на фоне которого они проявляются.

Влияние антропогенных факторов может существенно трансформировать климатический сигнал, который несут древесно-кольцевые хронологии, что, как показали дендроклиматические исследования на территории месторождения Приобское, является хорошим индикатором силы и временных рамок такого воздействия. Итак, по результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Показано, что по основным критериям древесно-кольцевые хронологии сосны обыкновенной и кедра сибирского из основных типов леса на территории заповедников «Юганский» и «Малая Сосьва» характеризуются достаточно высоким качеством и могут являться эталонами для сравнительного контроля состояния окружающей среды региона.

2. Сформировано три обобщенных эталонных древесно-кольцевых хронологии протяженностью с 1880 г.: на территории заповедника «Малая Сосьва» по сосне обыкновенной для лишайниково-кустарничковой группы типов леса; на территории заповедника «Юганский» по сосне обыкновенной и по сосне сибирской для травяно-зеленомошной группы типов леса. Также сформирована обобщенная древесно-кольцевая хронология по сосне сибирской для месторождения «Приобское».

3. Дендроклиматический анализ сформированных эталонных древесно-кольцевых хронологий, выполненный за весь период наблюдений на метеостанциях Ханты-Мансийск (1932–2018 гг.) и Угут (1944–2016 гг.) показал их низкий уровень корреляции с рядами среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков.

4. Дендроклиматический анализ сформированных эталонных древесно-кольцевых хронологий, выполненный методом скользящей корреляции с окном 20 лет показал значительную изменчивость характера и уровня их корреляции с рядами среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков в разные временные периоды, что позволило выявить для некоторых месячных метеофакторов достоверное периодическое влияние на прирост деревьев и/или устойчивый вековой тренд такого влияния.

5. Выявлена, в частности, повышенная чувствительность эталонных древесно-кольцевых хронологий региона к среднемесячным температурам весеннего периода, являющегося критичным для перехода камбия из состояния зимнего покоя к вегетационной активности; при этом обнаружение и увеличение достоверной связи древесного прироста с температурой марта в последние годы свидетельствует о более раннем наступлении весны в условиях потепления климата.

6. На характер скользящих дендроклиматических корреляций в лишайниково-кустарничковых сосняках заповедника «Малая Сосьва» влияют низовые пожары: в частности, до пожара 1988 г. корреляция прироста с некоторыми месячными показателями количества осадков была отрицательной (что показывало избыток фактора), а после пожара – положительной (что показывало дефицит фактора).

7. Различия в характере и уровне скользящих дендроклиматических корреляций эталонной древесно-кольцевой хронологии по сосне сибирской из заповедника «Юганский» и древесно-кольцевой хронологии по сосне сибирской близ куста скважин месторождения «Приобское» усилились в период после освоения, что позволяет использовать полученные ДКХ для индикации воздействия на окружающую среду.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Agafonov L.I., Meko D.M. & Panyushkina, I.P. Reconstruction of Ob River, Russia, discharge from ring widths of floodplain trees. *Journal of Hydrology*, 2016. V. 543. P.198-207.
2. Arefyev S, Leibman M., Khomutov A. Dendrochronologic reconstruction and indication of gas-emission pre-crater mound // EUCOP 2018 – 5th European Conference of Permafrost (Chamonix-Mont Blanc, France, 22.06 – 01.07.2018) <http://eucop2018.sciencesconf.org/7>.  
<https://eucop2018.sciencesconf.org/183969/document> (электронные тезисы)
3. Briffa K.R., Melvin Th.M., Osborn T.J., Hantemirov R.M., Kirilyanov A.V., Mazepa V.S., Shiyatov S.G., Esper J. Reassessing the evidence for tree-growth and inferred temperature change during the Common Era in Yamalia, northwest Siberia // *Quaternary Science Reviews*. July 2013. V.72. P. 83-107.
4. Cook, E.R. & Kairiukstis, L. (1990). *Methods of Dendrochronology - Applications in the Environmental Sciences*. Dordrecht, Netherlands: Springer Netherlands, p. 403
5. Cook E., Peters K. The smoothing spline: A new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies // *Tree-Ring Bulletin*, 1981. 41: 45–53.
6. Ferguson, CW A 7104-year annual tree-ring chronology for bristlecone pine, *Pinus aristata*, from the White Mountains, California. *Tree Ring Bulletin*. 1969. 29 (3–4): 1–29.
7. McGraw D.J. Andrew Ellicott Douglass and the giant sequoias in the founding of dendrochronology // *Tree-ring research*. 2003. Vol. 59(1). P. 21-27.
8. Schweingruber, Fritz H. (1993). *Trees and Wood in Dendrochronology*. Springer Series in Wood Science. Berlin, Heidelberg: Springer. p. 402
9. Sheppard P.R. Dendroclimatology: extracting climate from trees // *Wiley Interdisciplinary Reviews Climate Change*. May 2010, v. 1(3), p. 343-352.

10. Studhalter R.A. Early history of crossdating // *Tree-Ring Bulletin*. 1956, v.21, p. 31-35.
11. Wigley, T.M.L., Briffa, K.R., Jones, P.D., 1984. On the average value of correlated times series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of Climate and applied Meteorology* 23, 201-213.
12. Агафонов Л. И. Древесно-кольцевая индикация гидролого-климатических условий в Западной Сибири: Дисс. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2011. 231 с.
13. Адаменко В. П. Использование дендрохронологических данных в гляциологических исследованиях // *Материалы всесоюз. совещ. — науч. конф. по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии*. Вильнюс. 1968. С. 132–138.
14. Антонюк А. Ю., Арефьев С. П. Дендрохронологическая оценка многолетних изменений уровня озера Андреевское (Тюменский район) // *Водные ресурсы – основа устойчивого развития поселений Сибири и Арктики в XXI веке: Сб. докл. XXI междунар. науч.- практ. конф. (г. Тюмень, 22 марта 2019 г.). Том I*. Тюмень: ТИУ, 2019. С. 311–317.
15. Арефьев С. П. Оценка устойчивости кедровых лесов Западно-Сибирской равнины // *Экология*. 1997. № 3. С.149-157.
16. Арефьев С. П. Дендрохронологическая оценка состояния заболоченных импактных лесов Приобского месторождения // *Леса и лесное хозяйство Западной Сибири*. Вып. 7. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2006. С. 55–61.
17. Арефьев С. П. Дендрохронологическая оценка состояния природной среды в импактной зоне скважины 9а приобского месторождения: Отчет по НИР / ИПОС СО РАН. Тюмень, 2005. 12 с.
18. Арефьев С. П. Дендрохронологические исследования и динамика биоты в Тазовской Субарктике // *Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. 2006. № 7. С. 85–96.

19. Арефьев С. П. Использование древесно-кольцевых хронологий сосны и ивы для характеристики пойменного режима Верхнего Двубоья // Вестн. Тюменского гос. ун-та. 2008. № 3. С. 53–60.
20. Арефьев С. П. Опыт дендрохронологической экспертизы сроков незаконной рубки в Уватском районе Тюменской области // Человек и Север: Антропология, археология, экология: Материалы всерос. конф. (г. Тюмень, 26–30 марта 2012 г.). Тюмень: ИПОС СО РАН, 2012. Вып. 2. С. 370–372.
21. Арефьев С. П. Дендрохронологическая оценка состояния Тундринского кедрового бора (ХМАО-Югра) / С. П. Арефьев, А. Ю. Антонюк // Вестн. Тюменского государственного ун-та. Экология и природопользование. 2019. Том 5 №1. С. 44–45.
22. Арефьев С. П. Дендрохронологический мониторинг биоклиматических изменений в городе Тюмени в период 1936–2018 годов / С. П. Арефьев, А. Ю. Антонюк // Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов : материалы Международной научно-практической конференции (Тюмень, 28–30 ноября 2019 г.). – Тюмень: Вектор Бук, 2020. – С. 270–275.
23. Арефьев С. П., Антонюк А. Ю. Дендрохронологический мониторинг климатических факторов состояния насаждений природно-реабилитационного комплекса «Гнездо» (Припышминские боры) // Экологический мониторинг и биоразнообразие: Материалы всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. (г. Ишим, 25–26 декабря 2018 г.). Ишим: Изд-во ИПИ им. П. П. Ершова (филиал ТюмГУ), 2018. С. 6–14.
24. Арефьев С. П., Антонюк А. Ю. Дендрохронологическая оценка состояния Тундринского кедрового бора (ХМАО-Югра) // Вестн. Тюменского государственного ун-та. Экология и природопользование. 2019. Т. 5. № 1. С. 44–55.
25. Арефьев С. П., Зах В. А. Древесно-кольцевые хронологии как показатель колебания уровня воды в Андреевской озерной системе в начале XIX–XXI в. // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. 2017. № 4(39). С. 161–171.

26. Арефьев С. П., Казанцева М. Н. Периодичность пожаров и естественное возобновление светлохвойных лесов и редколесий в Надымском районе Ямало-Ненецкого автономного округа // Сибирский лесной журнал. 2020. № 1. С. 3–15.

27. Арефьев, С. П. Климатические факторы в древесно-кольцевых хронологиях города Тюмени / С. П. Арефьев // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2013. – № 12. – С. 34–41.

28. Арефьев С. П., Парафилова Т. П., Сухова М. А. Дендрохронологический мониторинг факторов состояния озера Нумто (природный парк "Нумто", Хмао - Югра) / С. П. Арефьев, Т. П. Парафилова, М. А. Сухова // Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов : материалы Международной научно-практической конференции (Тюмень, 28–30 ноября 2019 г.). – Тюмень: Вектор Бук, 2020. – С. 291–296.

29. Арефьев С. П., Хомутов А. В., Ермохина К. А., Лейбман М. О. Дендрохронологическая реконструкция процесса формирования газового бугра на месте Ямальской воронки // Криосфера Земли. 2017. Т. XXI, № 5. С. 107–119.

30. Баринов В. В., Жарников З. Ю., Зайцева Е. А., Кениг А. В., Мыглан В. С., Сидорова М. О. Дендрохронологическое датирование памятников истории и культуры п. Горноправдинск // Вестник угроведения. — 2016. — №2. — С. 85–97.

31. Берхин Б. Ю., Бобов П. Ю. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Природа.Экология» - Ханты-Мансийск – Москва – Новосибирск, 2004

32. Бисирова, Э. М. Динамика состояния древостоев пихты сибирской, поврежденных уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Blandf. в Томской области / Э. М. Бисирова, С. А. Кривец // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2018. – № 44. – С. 118–140.



33. Ботанико-фармакогностический словарь: Справ. пособие / К. Ф. Блинова, Н. А. Борисова, Г.Б. Гортинский и др.; под ред. Г. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева – Москва: Высш. шк., 1990. – 272 с.
34. Букач, В. А. Индикация состояния экосистем урбанизированных территорий юга Западной Сибири по данным дендроиндикационных исследований и изучения снежного покрова (на примере г. Омска): специальность 03.00.16 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Букач Владимир Алексеевич. – Омск, 2005. – 20 с.
35. Быков Н. И. Дендрохронологический анализ археологической древесины из памятников северо-западного Алтая / Н. И. Быков, Н. В. Рыгалова, П. К. Дашковский, И. А. Мейкшан // Вестник алтайской науки. – 2014. – № 1(19). – С. 267–272.
36. Ваганов, Е.А. Дендрохронология. Учеб. пособие / Е. А. Ваганов, В. Б. Круглов, В. Г. Васильев. Красноярск, 2008. 120 с.
37. Ваганов Е. А. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике / Е. А. Ваганов, С.Г. Шиятов, В. С. Мазепа. – Новосибирск: Наука, 1996. – 244 с.
38. Ваганов Е. А., Шашкин А. В., Свидерская И. В., Высоцкая Л. Г. Гистометрический анализ роста древесных растений (монография) // Новосибирск, Наука, 1985, 108 с.
39. Вихров В.Е. Прирост древесины сосны в связи с условиями обитания и изменениями погоды / В.Е. Вихров, Р.Т. Протасевич // Экология древесных растений. – Минск, 1965. – С. 92–100.
40. Воронов А. Г., Михайлова Г. А. Современная растительность/Атлас Тюменской области. Вып. I. Москва — Тюмень: ГУГК, 1971. С. 23 (2).
41. Ворошилов И. А., Эффективность технологии одновременно-раздельной закачки воды при эксплуатации Приобского нефтяного месторождения (ХМАО) [Электронный ресурс]/И. А.

Ворошилов//Национальный исследовательский томский политехнический университет. – 2017. – с.109.[TPU393801.pdf](https://www.tpu.ru/ru/nauchnye/publikatsii/109-110-111-112-113-114-115-116-117-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181-182-183-184-185-186-187-188-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-241-242-243-244-245-246-247-248-249-250-251-252-253-254-255-256-257-258-259-260-261-262-263-264-265-266-267-268-269-270-271-272-273-274-275-276-277-278-279-280-281-282-283-284-285-286-287-288-289-290-291-292-293-294-295-296-297-298-299-300-301-302-303-304-305-306-307-308-309-310-311-312-313-314-315-316-317-318-319-320-321-322-323-324-325-326-327-328-329-330-331-332-333-334-335-336-337-338-339-340-341-342-343-344-345-346-347-348-349-350-351-352-353-354-355-356-357-358-359-360-361-362-363-364-365-366-367-368-369-370-371-372-373-374-375-376-377-378-379-380-381-382-383-384-385-386-387-388-389-390-391-392-393-394-395-396-397-398-399-400-401-402-403-404-405-406-407-408-409-410-411-412-413-414-415-416-417-418-419-420-421-422-423-424-425-426-427-428-429-430-431-432-433-434-435-436-437-438-439-440-441-442-443-444-445-446-447-448-449-450-451-452-453-454-455-456-457-458-459-460-461-462-463-464-465-466-467-468-469-470-471-472-473-474-475-476-477-478-479-480-481-482-483-484-485-486-487-488-489-490-491-492-493-494-495-496-497-498-499-500-501-502-503-504-505-506-507-508-509-510-511-512-513-514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533-534-535-536-537-538-539-540-541-542-543-544-545-546-547-548-549-550-551-552-553-554-555-556-557-558-559-560-561-562-563-564-565-566-567-568-569-570-571-572-573-574-575-576-577-578-579-580-581-582-583-584-585-586-587-588-589-590-591-592-593-594-595-596-597-598-599-600-601-602-603-604-605-606-607-608-609-610-611-612-613-614-615-616-617-618-619-620-621-622-623-624-625-626-627-628-629-630-631-632-633-634-635-636-637-638-639-640-641-642-643-644-645-646-647-648-649-650-651-652-653-654-655-656-657-658-659-660-661-662-663-664-665-666-667-668-669-670-671-672-673-674-675-676-677-678-679-680-681-682-683-684-685-686-687-688-689-690-691-692-693-694-695-696-697-698-699-700-701-702-703-704-705-706-707-708-709-710-711-712-713-714-715-716-717-718-719-720-721-722-723-724-725-726-727-728-729-730-731-732-733-734-735-736-737-738-739-740-741-742-743-744-745-746-747-748-749-750-751-752-753-754-755-756-757-758-759-760-761-762-763-764-765-766-767-768-769-770-771-772-773-774-775-776-777-778-779-780-781-782-783-784-785-786-787-788-789-790-791-792-793-794-795-796-797-798-799-800-801-802-803-804-805-806-807-808-809-810-811-812-813-814-815-816-817-818-819-820-821-822-823-824-825-826-827-828-829-830-831-832-833-834-835-836-837-838-839-840-841-842-843-844-845-846-847-848-849-850-851-852-853-854-855-856-857-858-859-860-861-862-863-864-865-866-867-868-869-870-871-872-873-874-875-876-877-878-879-880-881-882-883-884-885-886-887-888-889-890-891-892-893-894-895-896-897-898-899-900-901-902-903-904-905-906-907-908-909-910-911-912-913-914-915-916-917-918-919-920-921-922-923-924-925-926-927-928-929-930-931-932-933-934-935-936-937-938-939-940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951-952-953-954-955-956-957-958-959-960-961-962-963-964-965-966-967-968-969-970-971-972-973-974-975-976-977-978-979-980-981-982-983-984-985-986-987-988-989-990-991-992-993-994-995-996-997-998-999-1000)

42. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей: (Учеб. пособие для геогр. спец. вузов / С. С. Воскресенский, О. К. Леонтьев, А. И. Спиридонов и др.]. - М.: Высш. школа, 1980. - 343 с.; 22 см.; ISBN В пер. (В пер.).

43. Гаврилов М. И. Растительный покров Кондо-Сосьвинского Приобья и его отображение на крупномасштабной геоботанической карте на примере заповедника «Малая Сосьва». Автореф. канд. дисс. Свердловск, 1990, 24 с.

44. Доклад: об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2020 году//Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры –Ханты-Мансийск.2021.

45. Николаева, С. А. Рост и развитие деревьев и древостоев сосны на Юге Томской области / С. А. Николаева, Д. А. Савчук // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2009. – № 4(8). – С. 66–78.

46. Попова Т. В., Жеребятьева Н. В., Беспалова Т. Л., Коротких Н. Н. Леса природного парка "Кондинские озёра" [Текст] / Т. В Попова., Н. В.Жеребятьева, Т. Л.Беспалова, Н. Н.Коротких // Экологический мониторинг и биоразнообразии: сб. статей. – Ишим, 2016. – С. 190–194.

47. Рыгалова Н. В. Оценка связи NDVI степной растительности и радиального прироста сосны ленточных боров в засушливых условиях Юга Западной Сибири / Н. В. Рыгалова, Т. Г. Плуталова // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2021. – Т. 27. – № 2. – С. 355–367.

48. Рыгалова Н. В. Пространственно-временной анализ формирования узких годовичных колец сосны ленточных боров степной зоны Западной Сибири / Н. В. Рыгалова, Н. Ф. Харламова // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2021. – Т. 85. – № 1. – С. 109–119.

49. Технический отчет по результатам натурного обследования земельных участков, испрашиваемых под проекты: «обустройство

правобережной части приобского месторождения. Куст скважин № 253у», «обустройство приобского месторождения. Кусты скважин №№ 373, 300», расположенных в Ханты-Мансийском районе Ханты-Мансийского Автономного Округа - Югры в полевой сезон 2018 года –Нефтеюганск 2018.

50. Тишин Д. В., Чижикова Н. А. Дендрохронология. – Казань: Казанский университет, 2018. – 34 с.

51. Кокорина Н. В. Применение дендрохроноиндикационных методов в оценке воздействия сжигания попутного нефтяного газа на хвойные породы в условиях средней тайги Западной Сибири / Н. В. Кокорина, П. Б. Татаринцев, А. М. Касаткин // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2015. – Т. 25. – № 1. – С. 19–23.

52. Кокорина Н. В. Интенсивность роста хвойных деревьев в условиях техногенной нагрузки / Н. В. Кокорина, А. М. Касаткин, Н. Н. Гизатуллин // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 7–1. – С. 26–29.

53. Комин Г. Е. Применение дендрохронологических методов в экологическом мониторинге лесов // Лесоведение. 1990. № 2. С. 3–11.

54. Сидорова М. О. Оценка уровня изменчивости погодных условий за последние 400 лет по дендрохронологическим данным близ П. Горноправдинск (ХМАО) / М. О. Сидорова, А. В. Тайник, В. В. Баринов, А. Г. Лузганов // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения : Сборник статей по материалам Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. Конференция посвящена 85-летию СибГТУ -первого ВУЗа Красноярского края, Красноярск, 29–30 октября 2015 года. – Красноярск: Сибирский государственный технологический университет, 2015. – С. 107–109.

55. Смолоногов, Е. П. Комплексное районирование лесов Тюменской области / Е. П. Смолоногов, А. М. Вегерин. – Свердловск: Уральский научный центр Академии наук СССР, 1980. – 88 с.

56. Смолоногов Е. П., Вегерин А. М. Комплексное районирование Тюменской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. 88 с.

57. Кузменков Д. Е., Лысяный Ю. Ю., Хох А. Н. Особенности установления тождественности или сходства графических изображений спилов/фрагментов древесины с помощью АРМ «DendroExp» // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы. 2016. С. 186–192.

58. Ловелиус Н. В. Изменчивость прироста деревьев: Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. 231 с.

59. Максимов А. А. Природные циклы: причины повторяемости экологических процессов. Л.: Наука, 1989. 236 с.

60. Московченко Д. В., Арефьев С. П., Глазунов В. А., Тигеев А. А. Изменение состояния растительности и геоэкологических условий Тазовского полуострова (восточная часть) за период 1988–2016 гг. // Криосфера Земли. 2017. Т. XXI, № 6. С. 1–13.

61. Мазепа, В. С. Погодичная реконструкция средней летней температуры воздуха на севере Западной Сибири с 1690 г. на основе данных о радиальном приросте деревьев / В. С. Мазепа // Сибирский экологический журнал. – 1999. – Т. 6. – № 2. – С. 175–183.

62. Мыглан В.С. Историко-культурные процессы в Сибири в контексте климатических изменений по данным археологии, дендрохронологии и истории (XVII–XIX вв.): Дисс. ... д-ра ист. наук / 07.00.06. Красноярск, 2012. 796 с.

63. Мыглан В.С., Жарникова О. А. Датировка памятников деревянного зодчества п. Березово ХМАО-Югры методом дендрохронологии // Ханты-Мансийский автономный округ в зеркале прошлого. — Томск; Ханты-Мансийск: ТГУ, 2009. — Вып. 7. — С. 294–301.

64. Николаев А. Н. Дендрохронологические исследования послепожарной реакции древесных пород Центральной Якутии // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 12, № 1. С. 888–891

65. О внесении изменений в постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа - Югры от 12 июля 2013 года N 245-п "О концепции развития и функционирования системы особо охраняемых

природных территорий Ханты-Мансийского автономного округа - Югры на период до 2020 года": Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Администрация Ханты-Мансийского автономного округа — 2013. — № 138-п. — Стр.100.

66. Омурова Г. Т. Реконструкция экстремальных палеоклиматических событий на севере Западной Сибири по археологической древесине (на примере Надымского городка) / Г. Т. Омурова, В. В. Баринов, О. В. Кардаш [и др.] // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2018. – Т. 46. – № 3. – С. 32–40.

67. Панюшкина И. П., Арбатская М.К., Дендрохронологический подход в исследовании горимости лесов Эвенкии. // Сибирский экологический журнал. Т.6, № 2. 1999. С. 167–173

68. Пигарева, А. Е. Ландшафтный подход при оценке природных рисков возникновения лесных пожаров в средней тайге на примере заповедника Малая Сосьва / А. Е. Пигарева, Н. В. Жеребятьева. – Текст: электронный // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона: материалы 69-й студенческой научной конференции (Тюмень, 21 апреля 2018 г.) / Тюменский государственный университет, Институт наук о Земле; под редакцией И. Д. Ахмедова. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2018. – Вып. 4. – С. 68–78.

69. Растительный покров Западно-Сибирской равнины / [И. С. Ильина, Е. И. Лапшина, Н. И. Лавренко и др.]; Отв. ред. В. В. Воробьев, А. В. Белов. - Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1985. - 251 с.: ил.; 27 см.; ISBN В пер. (В пер.)

70. Соромотин, А. В. Техногенная трансформация природных экосистем таежной зоны в процессе нефтегазодобычи (на примере Тюменской области): специальность 03.00.16: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Соромотин Андрей Владимирович. – Тюмень, 2007. – 47 с.

71. Соромотин, А. В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири / А. В. Соромотин; Российская Федерация М-во образования и науки, ГОУ ВПО Тюменский государственный университет. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2010. – 320 с. – (Тюменский государственный университет - региону и стране).

72. Федеральный закон Российской Федерации от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (в редакции от 30.12.2008 N 309-ФЗ).

73. Филатова М. О. Потенциал дендроархеологии в разных природных зонах Западной Сибири / М. О. Филатова, З. Ю. Жарников, В. В. Баринов [и др.] // *Stratum plus. Археология и культурная антропология.* – 2021. – № 6. – С. 349–360.

74. Хантемиров Р.М. Динамика древесной растительности и изменения климата на севере Западной Сибири в голоцене: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2009. 42 с.

75. Хантемиров Р. М. Экстремальные климатические события на Ямале за последние 4100 лет по дендрохронологическим данным / Р. М. Хантемиров, Л. А. Горланова, А. Ю. Сурков, С. Г. Шиятов // *Известия Российской академии наук. Серия географическая.* – 2011. – № 2. – С. 89–102.

76. Хорошев А. В. Ландшафтные и климатические факторы динамики приростов кедра в Северной тайге Западной Сибири / А. В. Хорошев, И. В. Воловинский, Ю. Н. Бочкарев // *Климатические изменения и сезонная динамика ландшафтов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 22–24 апреля 2021 года.* – Екатеринбург: [б.и.], 2021. – С. 21–31.

77. Хох А. Н., Кузменков Д.Е. О возможных подходах к повышению контрастности годовичных колец // *Криминалистический вестник* 2015. №2(24) С. 123–130.

78. Черных Н. Б. Дендрохронология и археология. М.: Nox, 1996. 216 с.

79. Чижов Б. Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Изд-во Ю. Мандрики, 1998. 144 с.
80. Шашкин А. В., Ваганов Е. А. Имитационная модель климатической изменчивости прироста хвойных (на примере роста сосны в степной зоне) // Экология, 1993, 5: 3–10.
81. Шведов Ф. Н. Дерево как летопись засух // Метеорологический вестник. 1892. Вып. 5. 16 с.
82. Шиятов С.Г. Дендрохронологическое изучение ели сибирской в низовье реки Таза // Дендроклиматохронология и радиоуглерод. Каунас. 1972. С. 76–81.
83. Шиятов С.Г., Ваганов Е. А., Кирдянов А.В., Круглов В. Б., Мазепа В. С. Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учебно-методич. пособие. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
84. Шиятов С. Г. Реконструкция и анализ изменчивости хода летних температур для севера Западной Сибири на основе сверхдлительной (9, 5 тысяч лет) древесно-кольцевой хронологии / С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа, А. Ю. Сурков, Р. М. Хантемиров. — Текст: непосредственный // отчет по НИР. — Екатеринбург, 1996.
85. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / Под. ред. В.В.Плотникова. Тюмень: Изд-во «СофтДизайн», 1997. 288 с.
86. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири / Под ред. Н. С. Касимова и А. В. Кислова. М.: МАКС Пресс, 2011. 496 с.
87. Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (Тюмень, 28–30 ноября 2019 г.). Тюмень: Вектор Бук, 2020. 346 с.
88. Возрастной бур – URL: <http://www.advant-mpi.by/increment-borer.php> (дата обращения: 05.05.21)

89. Единый официальный сайт государственных органов: Ханты-Мансийский Автономный округ-Югра – URL: <https://admhmao.ru/> (дата обращения: 6.05.21)
90. Карта нефтегазоносности Ханты-Мансийского Автономного округа – URL: [http://sibir-map.ru/map940292\\_0\\_0.htm](http://sibir-map.ru/map940292_0_0.htm) (дата обращения: 6.05.21)
91. Карта Заповедника «Малая Сосьва» [Электронный ресурс] – URL: <zms2.jpg> (715×1095) ([geosfera.org](http://geosfera.org))
92. Карта Заповедника «Юганский» [Электронный ресурс] – URL: <yuganskiy2.jpg> (715×1056) ([geosfera.org](http://geosfera.org))
93. Карта Приобского месторождения [Электронный ресурс] – URL: <https://2cad.ru/blog/wp-content/uploads/2019/10/priobskoe-mestorozhdenie-1.jpg>
94. Летопись природы книга 1. [Электронный ресурс]/ФГБУ Государственный природный заповедник «Юганский», 1986 – URL: <http://ugansky.ru/upload/medialibrary/e9c/letopis-1985-god.pdf>
95. Летопись природы книга 32. [Электронный ресурс]/ФГБУ Государственный природный заповедник «Юганский», 2017 – URL: [http://ugansky.ru/upload/medialibrary/fl6/letopis-2016\\_yuganskiyum.pdf](http://ugansky.ru/upload/medialibrary/fl6/letopis-2016_yuganskiyum.pdf)
96. Микроскопы – URL: [https://www.mbs10.ru/instr\\_mbs-9.html](https://www.mbs10.ru/instr_mbs-9.html) (дата обращения: 08.05.21)
97. Погода и климат – URL: [www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru) (дата обращения: 6.05.21)
98. ФГБУ "Государственный природный заповедник "Малая Сосьва" – URL: <http://m-sosva.ru/> (дата обращения: 03.05.21)
99. ФГБУ " Государственный природный заповедник «Юганский»" – URL: <http://www.ugansky.ru/>(дата обращения: 03.05.21)
100. Ханты-Мансийский район, официальный сайт администрации – URL: <http://hmrn.ru/>(дата обращения: 6.05.21)
101. Цифровая топографическая карта по автономному округу– URL: [ЦИФРОВАЯ ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА по автономному округу - Картинка 133943-10 \(900igr.net\)](#)



102. Экологический портал Югры/ Заповедник «Малая Сосьва» – URL: <https://aaningsitir.ru/areas/registry/8/2> (дата обращения: 03.05.21)

103. Экологический портал Югры/ Заповедник «Юганский» – URL: <https://aaningsitir.ru/areas/registry/9/2> (дата обращения: 03.05.21)

Результаты измерения ширины годичных колец сосны обыкновенной с тест-полигона Юганского заповедника (в единицах окуляр-микрометра, увеличение 40)

Год	По радиусам деревьев															
	C-8	C-8-	C-22	C-22-	C-42	C-42-	C-67	C-67-	C-93	C-93-	C-102	C-102-	C-108	C-108-	C-147	C-147-
1854	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	35	-	-
1855	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	46	-	-
1856	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105	90	49	40	-	-
1857	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117	120	54	-	-	-
1858	-	-	67	55	-	-	-	-	-	-	80	69	50	-	-	-
1859	-	-	96	65	-	-	-	-	-	-	110	-	36	-	-	-
1860	-	-	106	95	-	-	-	-	-	-	115	-	56	-	-	-
1861	80	70	97	90	-	-	-	-	-	-	93	-	30	-	-	-
1862	46	44	45	40	-	-	34	40	-	-	60	-	16	-	-	-
1863	59	61	67	68	-	-	40	50	-	-	99	-	33	-	-	-
1864	38	49	68	65	-	-	51	58	-	-	90	-	32	-	-	-
1865	40	37	59	53	-	-	61	46	-	-	74	-	27	-	-	-
1866	72	55	88	82	-	-	81	66	57	60	100	-	52	-	-	-
1867	75	38	74	63	-	-	56	50	80	37	87	-	48	-	19	14
1868	67	49	70	76	-	-	67	45	62	64	95	-	45	-	28	38
1869	63	56	81	75	-	-	66	50	52	71	73	-	41	-	64	70
1870	56	50	74	73	-	-	73	61	45	54	55	-	38	-	46	73
1871	61	64	95	77	-	-	80	68	55	87	63	-	48	-	65	63
1872	78	59	86	90	-	-	67	70	71	49	83	-	52	-	62	60
1873	72	52	104	65	-	-	85	90	72	49	76	-	46	-	62	43
1874	68	56	100	96	-	-	75	90	87	52	65	-	58	-	70	54
1875	58	57	94	87	44	43	81	-	90	52	85	-	59	-	56	58
1876	76	47	101	113	56	43	68	-	79	60	82	-	55	-	66	67
1877	83	40	95	-	41	36	81	-	72	48	73	-	56	-	56	82
1878	86	60	121	-	39	39	95	-	62	55	92	-	67	-	62	75

Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев															
	С-8	С-8-	С-22	С-22-	С-42	С-42-	С-67	С-67-	С-93	С-93-	С-102	С-102-	С-108	С-108-	С-147	С-147-
1879	72	52	106	-	25	27	73	-	76	51	95	-	60	-	62	61
1880	90	59	94	-	60	56	110	-	71	62	74	-	68	-	81	44
1881	80	57	110	-	57	51	77	-	72	62	93	-	73	-	73	75
1882	77	45	97	-	67	64	76	-	95	44	74	-	63	-	77	77
1883	70	35	84	-	45	56	52	-	64	65	61	-	48	-	62	77
1884	76	49	85	-	39	53	77	-	77	54	71	-	64	-	75	83
1885	65	36	75	-	18	29	72	-	70	66	63	-	59	-	67	81
1886	86	40	68	-	39	57	69	-	65	72	64	-	45	-	53	80
1887	70	38	53	-	35	52	56	-	66	55	78	-	27	-	43	82
1888	62	49	57	-	35	48	67	-	77	55	89	-	35	-	49	-
1889	63	46	74	-	41	36	79	-	59	71	81	-	67	-	79	-
1890	58	33	51	-	36	49	59	-	86	-	51	-	38	-	75	-
1891	82	32	51	-	57	-	70	-	65	-	63	-	56	-	96	-
1892	52	22	60	-	25	-	51	-	77	-	74	-	34	-	61	-
1893	56	-	59	-	20	-	54	-	70	-	68	-	59	-	67	-
1894	43	-	55	-	21	-	62	-	107	-	56	-	37	-	57	-
1895	48	-	51	-	29	-	58	-	85	-	66	-	59	-	79	-
1896	53	-	54	-	25	-	60	-	96	-	42	-	54	-	90	-
1897	56	-	59	-	26	-	70	-	87	-	56	-	45	-	90	-
1898	53	-	43	-	24	-	50	-	61	-	40	-	41	-	75	-
1899	53	-	51	-	37	-	53	-	62	-	43	-	40	-	66	-
1900	53	-	54	-	51	-	71	-	67	-	70	-	47	-	68	-
1901	63	-	47	-	25	-	68	-	65	-	80	-	36	-	55	-
1902	84	-	50	-	20	-	63	-	87	-	58	-	40	-	49	-
1903	80	-	49	-	13	-	62	-	76	-	45	-	32	-	55	-
1904	80	-	65	-	27	-	63	-	60	-	58	-	63	-	62	-
1905	84	-	60	-	22	-	72	-	66	-	64	-	60	-	54	-
1906	75	-	66	-	32	-	65	-	79	-	59	-	49	-	52	-

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев															
	С-8	С-8-	С-22	С-22-	С-42	С-42-	С-67	С-67-	С-93	С-93-	С-102	С-102-	С-108	С-108-	С-147	С-147-
1907	69	-	80	-	50	-	72	-	73	-	51	-	43	-	76	-
1908	50	-	59	-	36	-	38	-	87	-	48	-	31	-	53	-
1909	70	-	53	-	31	-	68	-	65	-	58	-	26	-	84	-
1910	66	-	59	-	34	-	73	-	70	-	53	-	50	-	51	-
1911	46	-	48	-	18	-	63	-	60	-	50	-	32	-	41	-
1912	50	-	45	-	19	-	51	-	72	-	41	-	25	-	33	-
1913	50	-	37	-	18	-	30	-	52	-	36	-	29	-	40	-
1914	34	-	28	-	20	-	32	-	44	-	25	-	22	-	44	-
1915	34	-	25	-	21	-	46	-	30	-	25	-	29	-	36	-
1916	40	-	39	-	11	-	41	-	46	-	25	-	18	-	33	-
1917	49	-	43	-	13	-	50	-	30	-	28	-	18	-	40	-
1918	59	-	46	-	15	-	49	-	35	-	38	-	27	-	24	-
1919	73	-	45	-	22	-	60	-	49	-	44	-	34	-	43	-
1920	69	-	51	-	22	-	50	-	60	-	37	-	31	-	40	-
1921	59	-	57	-	23	-	48	-	50	-	31	-	37	-	27	-
1922	65	-	54	-	14	-	74	-	75	-	43	-	27	-	42	-
1923	44	-	38	-	8	-	39	-	51	-	32	-	26	-	31	-
1924	32	-	41	-	16	-	53	-	53	-	36	-	24	-	41	-
1925	41	-	46	-	17	-	63	-	67	-	50	-	34	-	31	-
1926	46	-	43	-	16	-	57	-	66	-	47	-	35	-	26	-
1927	43	-	41	-	23	-	50	-	70	-	35	-	26	-	32	-
1928	53	-	32	-	15	-	29	-	58	-	50	-	18	-	33	-
1929	42	-	21	-	15	-	27	-	61	-	31	-	28	-	21	-
1930	45	-	22	-	15	-	40	-	80	-	34	-	32	-	23	-
1931	35	-	25	-	15	-	38	-	73	-	26	-	22	-	14	-
1932	26	-	25	-	19	-	30	-	59	-	30	-	28	-	20	-
1933	35	-	26	-	19	-	25	-	57	-	35	-	30	-	20	-
1934	34	-	33	-	23	-	37	-	50	-	30	-	23	-	28	-

Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев															
	С-8	С-8-	С-22	С-22-	С-42	С-42-	С-67	С-67-	С-93	С-93-	С-102	С-102-	С-108	С-108-	С-147	С-147-
1935	42	-	34	-	22	-	36	-	45	-	38	-	28	-	39	-
1936	34	-	30	-	17	-	25	-	63	-	28	-	27	-	45	-
1937	26	-	26	-	15	-	30	-	45	-	33	-	20	-	35	-
1938	27	-	32	-	17	-	33	-	43	-	33	-	25	-	31	-
1939	32	-	32	-	15	-	40	-	41	-	35	-	21	-	32	-
1940	30	-	34	-	24	-	43	-	49	-	37	-	29	-	45	-
1941	23	-	30	-	22	-	33	-	53	-	32	-	26	-	34	-
1942	33	-	28	-	15	-	40	-	30	-	40	-	33	-	27	-
1943	28	-	25	-	10	-	44	-	32	-	30	-	31	-	27	-
1944	34	-	29	-	7	-	47	-	27	-	39	-	33	-	32	-
1945	45	-	29	-	10	-	51	-	28	-	46	-	49	-	43	-
1946	35	-	30	-	6	-	45	-	49	-	37	-	42	-	48	-
1947	25	-	27	-	9	-	38	-	55	-	30	-	36	-	34	-
1948	20	-	26	-	9	-	38	-	50	-	31	-	31	-	35	-
1949	17	-	31	-	10	-	37	-	55	-	28	-	27	-	41	-
1950	29	-	22	-	14	-	39	-	55	-	40	-	27	-	24	-
1951	26	-	30	-	6	-	46	-	51	-	50	-	34	-	43	-
1952	26	-	28	-	5	-	28	-	48	-	37	-	25	-	37	-
1953	22	-	25	-	9	-	17	-	56	-	31	-	19	-	38	-
1954	28	-	15	-	14	-	16	-	44	-	32	-	17	-	38	-
1955	34	-	18	-	29	-	24	-	40	-	37	-	29	-	54	-
1956	40	-	24	-	18	-	31	-	59	-	35	-	31	-	31	-
1957	34	-	24	-	15	-	25	-	50	-	31	-	27	-	22	-
1958	18	-	25	-	7	-	21	-	40	-	27	-	22	-	15	-
1959	19	-	24	-	10	-	23	-	33	-	22	-	35	-	23	-
1960	17	-	23	-	7	-	17	-	35	-	23	-	26	-	20	-
1961	9	-	20	-	5	-	15	-	40	-	25	-	22	-	22	-
1962	13	-	35	-	3	-	28	-	44	-	29	-	24	-	37	-

Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев															
	С-8	С-8-	С-22	С-22-	С-42	С-42-	С-67	С-67-	С-93	С-93-	С-102	С-102-	С-108	С-108-	С-147	С-147-
1963	19	-	20	-	10	-	26	-	56	-	28	-	19	-	31	-
1964	11	-	17	-	8	-	24	-	51	-	25	-	23	-	30	-
1965	15	-	20	-	9	-	27	-	52	-	32	-	26	-	44	-
1966	16	-	18	-	7	-	30	-	59	-	31	-	20	-	33	-
1967	20	-	20	-	5	-	21	-	58	-	28	-	27	-	30	-
1968	30	-	30	-	11	-	36	-	56	-	33	-	36	-	53	-
1969	23	-	25	-	11	-	18	-	71	-	22	-	28	-	45	-
1970	19	-	28	-	16	-	15	-	54	-	21	-	27	-	50	-
1971	23	-	42	-	16	-	11	-	55	-	20	-	40	-	56	-
1972	19	-	30	-	19	-	19	-	42	-	14	-	27	-	46	-
1973	15	-	11	-	14	-	4	-	34	-	15	-	19	-	54	-
1974	20	-	16	-	13	-	9	-	18	-	18	-	23	-	37	-
1975	20	-	17	-	17	-	15	-	28	-	20	-	25	-	46	-
1976	22	-	17	-	12	-	18	-	40	-	25	-	25	-	34	-
1977	17	-	14	-	6	-	16	-	32	-	22	-	13	-	13	-
1978	15	-	10	-	6	-	17	-	17	-	29	-	17	-	20	-
1979	14	-	12	-	7	-	12	-	28	-	20	-	21	-	30	-
1980	13	-	13	-	5	-	17	-	31	-	18	-	16	-	50	-
1981	12	-	13	-	4	-	15	-	23	-	13	-	17	-	54	-
1982	20	-	15	-	4	-	17	-	27	-	23	-	18	-	32	-
1983	19	-	8	-	2	-	11	-	67	-	15	-	9	-	12	-
1984	22	-	10	-	6	-	14	-	26	-	17	-	10	-	24	-
1985	25	-	10	-	9	-	10	-	41	-	22	-	9	-	33	-
1986	16	-	16	-	9	-	13	-	47	-	30	-	9	-	51	-
1987	21	-	13	-	9	-	11	-	39	-	23	-	15	-	42	-
1988	21	-	21	-	9	-	19	-	39	-	25	-	13	-	45	-
1989	22	-	16	-	7	-	17	-	36	-	22	-	8	-	16	-
1990	20	-	19	-	7	-	11	-	30	-	25	-	12	-	20	-

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев															
	С-8	С-8-	С-22	С-22-	С-42	С-42-	С-67	С-67-	С-93	С-93-	С-102	С-102-	С-108	С-108-	С-147	С-147-
1991	28	-	22	-	12	-	15	-	46	-	24	-	18	-	32	-
1992	31	-	24	-	20	-	21	-	48	-	28	-	17	-	32	-
1993	36	-	12	-	21	-	18	-	40	-	23	-	13	-	35	-
1994	21	-	15	-	27	-	14	-	30	-	19	-	16	-	23	-
1995	32	-	14	-	18	-	19	-	32	-	31	-	19	-	40	-
1996	32	-	19,5	-	13	-	15	-	38	-	37	-	20	-	34	-
1997	29	-	15	-	17	-	15	-	29	-	23	-	29	-	36	-
1998	36	-	26	-	5	-	26	-	41	-	28	-	36	-	41	-
1999	17	-	9	-	2	-	6	-	15	-	17	-	17	-	17	-
2000	25	-	20	-	6	-	17	-	40	-	31	-	19	-	40	-
2001	23	-	18	-	8	-	13	-	38	-	29	-	25	-	37	-
2002	17	-	18	-	8	-	12	-	30	-	28	-	32	-	34	-
2003	19	-	16	-	10	-	12	-	37	-	33	-	22	-	34	-
2004	18	-	20	-	8	-	20	-	29	-	28	-	21	-	5	-
2005	23	-	24	-	12	-	21	-	36	-	30	-	32	-	14	-
2006	15	-	17	-	13	-	11	-	32	-	25	-	18	-	12	-
2007	20	-	14	-	14	-	10	-	30	-	24	-	21	-	15	-
2008	22	-	17	-	14	-	17	-	41	-	24	-	24	-	30	-
2009	20	-	15	-	8	-	20	-	38	-	20	-	34	-	39	-
2010	13	-	22	-	12	-	13	-	40	-	26	-	37	-	29	-
2011	19	-	25	-	9	-	19	-	52	-	17	-	35	-	29	-
2012	17	-	14	-	4	-	12	-	38	-	17	-	26	-	21	-
2013	15	-	15	-	10	-	14	-	51	-	20	-	19	-	10	-
2014	20	-	23	-	9	-	11	-	25	-	21	-	24	-	13	-
2015	21	-	23	-	11	-	12	-	19	-	22	-	20	-	14	-
2016	26	-	17	-	19	-	12	-	33	-	24	-	10	-	18	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Результаты измерения ширины годовых колец сосны сибирской (кедра) с тест-полигона Юганского заповедника (в единицах окуляр-микрометра, увеличение 40)

Год	По радиусам деревьев										
	К-49	К-54	К-60	К-68	К-94	К-112	К-127	К-135	К-138	К-173	К-180
1879	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-
1880	-	-	-	-	-	-	50	-	43	-	-
1881	-	-	-	-	-	-	36	-	45	-	-
1882	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	-
1883	-	-	-	-	-	-	7	-	25	-	-
1884	-	-	-	-	-	-	7	-	25	-	-
1885	-	-	-	-	-	-	8	-	23	-	-
1886	-	-	-	-	-	-	4	-	18	-	-
1887	-	-	-	-	-	-	5	-	25	-	-
1888	-	-	-	-	-	-	15	-	34	-	-
1889	-	-	-	-	-	-	21	-	47	-	-
1890	-	-	-	-	-	-	15	-	15	16	-
1891	-	-	-	-	-	-	19	-	24	27	-
1892	-	-	-	-	-	-	12	-	20	12	-
1893	-	-	-	-	-	-	10	-	16	27	-
1894	-	-	-	-	-	-	23	-	10	22	-
1895	-	-	-	-	29	-	32	-	20	28	-
1896	-	-	-	-	30	-	20	-	19	22	-
1897	-	-	-	-	33	-	21	-	20	21	-
1898	-	-	-	-	22	-	17	10	17	16	-
1899	-	-	-	-	26	-	24	21	23	25	-
1900	-	-	-	-	21	-	15	25	20	21	35



## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев										
	К-49	К-54	К-60	К-68	К-94	К-112	К-127	К-135	К-138	К-173	К-180
1901	-	-	-	-	34	-	15	31	24	26	41
1902	-	-	-	-	27	34	15	30	16	22	34
1903	-	-	-	44	34	30	20	46	35	30	39
1904	-	-	-	36	28	32	20	39	39	28	37
1905	-	-	90	34	37	35	27	36	50	41	44
1906	-	-	83	40	25	24	30	37	47	35	41
1907	-	-	87	45	29	30	27	45	50	47	69
1908	-	-	97	44	29	34	34	44	55	49	64
1909	-	-	95	37	20	63	25	35	40	35	52
1910	-	-	86	44	33	46	32	43	49	40	51
1911	-	-	51	42	21	21	23	31	27	23	30
1912	-	-	60	30	19	22	21	30	28	25	13
1913	-	-	69	27	12	19	36	20	23	25	18
1914	-	-	65	34	11	17	37	20	31	19	22
1915	-	-	65	53	19	25	53	24	40	33	35
1916	21	-	47	30	13	26	34	19	28	26	18
1917	62	-	76	44	26	28	41	28	44	50	33
1918	49	-	68	37	20	18	40	12	40	23	12
1919	62	-	71	56	32	20	54	19	59	33	23
1920	47	-	94	55	31	22	61	26	45	34	20
1921	35	35	66	49	28	18	32	19	31	24	26
1922	65	41	61	49	29	28	34	19	41	35	30
1923	61	35	50	47	20	16	36	19	33	30	35
1924	82	40	55	58	17	27	28	19	43	30	28
1925	45	30	60	57	13	22	37	21	32	24	20

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев										
	К-49	К-54	К-60	К-68	К-94	К-112	К-127	К-135	К-138	К-173	К-180
1926	38	36	53	50	13	25	36	19	33	20	23
1927	63	50	76	67	20	37	39	36	45	41	39
1928	30	39	78	49	15	29	30	25	35	23	22
1929	58	37	74	63	15	31	26	22	42	26	24
1930	45	52	95	46	16	33	49	28	45	29	23
1931	35	40	83	40	20	29	56	25	34	31	23
1932	75	45	93	87	25	35	56	34	38	34	37
1933	63	63	102	62	25	34	47	31	46	38	32
1934	60	45	69	36	21	28	32	20	32	30	20
1935	81	55	80	59	28	40	38	34	36	40	32
1936	66	47	71	54	27	34	35	32	37	35	36
1937	60	44	78	62	22	40	32	29	36	39	47
1938	100	67	87	115	28	53	32	45	60	57	71
1939	81	52	67	63	34	45	40	47	45	48	39
1940	82	62	76	72	33	52	60	49	50	50	41
1941	90	53	65	88	34	45	48	45	45	42	42
1942	95	69	81	97	33	42	36	44	45	36	25
1943	70	67	76	62	32	41	36	41	64	36	52
1944	80	47	66	51	25	35	41	34	59	29	38
1945	79	55	56	33	23	35	35	29	50	27	30
1946	52	42	48	21	18	22	22	24	48	19	25
1947	68	47	50	28	20	34	29	32	44	21	28
1948	46	35	44	42	20	34	38	28	54	26	23
1949	36	47	55	32	16	37	34	26	49	26	20
1950	55	41	50	56	15	36	33	30	50	29	22

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев										
	К-49	К-54	К-60	К-68	К-94	К-112	К-127	К-135	К-138	К-173	К-180
1951	81	57	56	47	14	44	35	30	42	37	28
1952	46	42	42	56	7	26	28	20	39	20	20
1953	74	50	46	95	12	41	31	27	47	23	25
1954	58	59	45	66	20	39	43	43	46	32	35
1955	100	75	53	41	30	52	52	55	68	43	48
1956	65	67	49	29	25	46	51	50	53	34	46
1957	53	61	34	29	23	44	38	39	42	29	38
1958	40	51	38	32	20	46	34	29	42	25	38
1959	53	56	40	42	25	47	47	35	48	21	37
1960	45	40	35	34	23	33	46	32	35	22	32
1961	43	51	47	18	18	35	37	48	36	20	40
1962	39	52	54	38	15	27	32	39	43	16	35
1963	21	44	45	29	14	24	38	35	36	16	35
1964	28	49	57	36	14	23	34	45	31	16	43
1965	30	57	66	51	13	18	31	25	38	14	34
1966	28	55	49	25	11	14	22	19	30	11	24
1967	33	50	41	29	14	17	23	18	27	6	32
1968	41	65	44	51	22	25	28	40	32	17	43
1969	15	38	38	40	17	14	20	27	20	15	29
1970	26	55	38	45	23	23	20	31	22	13	29
1971	20	46	42	23	23	30	21	35	18	17	27
1972	26	62	62	28	20	30	25	37	21	15	24
1973	26	52	49	31	16	29	19	35	21	12	27
1974	37	67	60	34	19	29	24	37	20	12	29
1975	24	63	56	28	18	37	29	34	22	9	25

Год	По радиусам деревьев										
	К-49	К-54	К-60	К-68	К-94	К-112	К-127	К-135	К-138	К-173	К-180
1976	17	53	56	18	18	36	32	28	23	10	25
1977	30	42	39	24	14	25	23	24	25	2,5	21
1978	22	33	30	34	20	30	23	25	28	3	24
1979	21	70	49	31	22	37	29	27	30	2,5	26
1980	22	48	36	11	15	17	21	12	24	1,5	15
1981	23	42	36	17	16	27	22	20	22	1,5	19
1982	24	40	41	28	16	19	22	21	36	3,5	20
1983	15	21	28	25	12	12	12	12	26	3	12
1984	20	31	35	35	14	11	23	23	41	4	17
1985	13	27	25	17	18	12	19	23	23	4	16
1986	16	23	22	20	16	12	15	18	25	4	20
1987	26	41	45	47	25	22	14	31	37	5	24
1988	25	42	44	55	15	20	14	28	35	4	28
1989	18	36	40	42	19	20	16	34	30	5	25
1990	13	34	32	8	4	15	18	21	35	2,5	21
1991	27	46	41	15	12	27	24	42	36	4,5	40
1992	32	42	42	11	10	22	35	52	48	2	40
1993	32	36	35	31	10	22	29	47	36	5	50
1994	33	38	36	38	11	28	34	55	49	7	51
1995	42	64	43	46	15	42	29	43	89	9	58
1996	32	41	38	35	12	28	23	33	62	8	27
1997	35	55	38	41	21	44	22	58	49	14	50
1998	31	41	36	16	10	30	22	36	68	10	44
1999	33	42	32	20	13	27	17	25	59	10	45
2000	34	47	41	50	20	29	26	35	56	16	54

Год	По радиусам деревьев										
	К-49	К-54	К-60	К-68	К-94	К-112	К-127	К-135	К-138	К-173	К-180
2001	47	52	40	51	20	30	21	41	60	18	63
2002	45	45	33	36	19	19	27	42	53	10	42
2003	57	50	36	31	21	24	26	42	45	14	52
2004	59	43	24	30	15	18	22	43	56	12	41
2005	67	54	26	72	23	32	31	60	54	16	60
2006	60	41	25	59	25	36	28	53	55	18	55
2007	50	46	27	60	39	49	23	66	57	20	74
2008	65	55	31	80	38	57	30	65	55	24	68
2009	58	56	28	86	27	39	29	56	41	24	70
2010	53	56	32	83	31	42	31	64	47	29	70
2011	42	54	29	53	33	36	26	59	30	32	72
2012	47	38	28	28	23	34	24	52	39	26	62
2013	59	43	30	48	32	42	31	70	55	30	60
2014	62	40	33	54	39	34	30	67	50	30	65
2015	63	42	30	64	41	43	34	71	62	32	74
2016	68	54	32	48	44	53	45	80	51	40	82

Результаты измерения ширины годичных колец сосны обыкновенной с тест-полигона заповедника «Малая Сосьва» (в единицах окуляр-микрометра, увеличение 40)

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1781	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-
1782	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-
1783	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-
1784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-
1785	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
1786	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-
1787	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-
1788	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-
1789	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
1790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
1791	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
1792	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
1793	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
1794	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-
1795	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-
1796	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
1797	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-
1798	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-
1799	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-
1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-
1801	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1802	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
1803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-
1804	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-
1805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
1806	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-
1807	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-
1808	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-
1809	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-
1810	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-
1811	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-
1812	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-
1813	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-
1814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
1815	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-
1816	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-
1817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-
1818	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-
1819	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-
1820	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
1821	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-
1822	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
1823	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
1824	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-
1825	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1826	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-
1827	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-
1828	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
1829	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
1830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
1831	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
1832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
1833	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-
1834	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-
1835	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-
1836	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-
1837	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-
1838	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	-
1839	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	-
1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-
1841	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-
1842	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-
1843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-
1844	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	-
1845	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-
1846	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-
1847	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-
1848	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-
1849	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-



Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-
1851	-	-	-	-	-	-	-	32	-	52	-
1852	-	-	-	-	-	-	-	44	-	45	-
1853	-	-	-	-	-	-	-	39	-	65	-
1854	-	-	-	-	-	-	-	40	-	54	35
1855	-	-	-	-	-	-	-	28	-	55	44
1856	-	-	-	-	-	-	-	25	-	47	40
1857	-	-	-	-	-	-	-	26	-	26	33
1858	-	-	-	-	-	-	-	36	-	28	33
1859	-	-	-	-	-	-	-	21	-	39	28
1860	-	-	-	-	-	-	-	15	-	37	26
1861	-	-	-	-	-	-	-	15	-	15	7
1862	-	-	-	-	-	-	-	7	9	18	7
1863	-	-	-	-	-	-	-	8	21	15	18
1864	-	-	-	-	-	-	-	11	24	17	25
1865	-	-	-	-	-	-	-	4	11	17	13
1866	-	-	-	-	-	-	-	9	26	21	24
1867	-	-	-	-	-	-	-	10	21	27	31
1868	-	-	-	-	-	-	-	10	23	25	39
1869	-	-	-	-	-	-	-	10	20	24	36
1870	-	-	-	-	-	-	-	9	15	26	32
1871	-	-	-	-	-	-	-	10	15	27	45
1872	-	-	-	-	-	-	-	12	15	45	33
1873	-	-	-	-	-	-	-	8	13	42	22

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1874	-	-	-	-	-	-	-	15	19	38	26
1875	-	-	-	-	-	-	-	14	22	49	31
1876	-	-	-	-	-	-	-	12	25	40	34
1877	-	-	-	-	-	-	-	13	15	48	25
1878	-	-	-	-	-	-	-	13	21	37	30
1879	-	-	-	-	-	-	-	15	26	45	23
1880	-	-	-	-	-	-	-	12	34	57	47
1881	-	-	-	-	-	-	-	10	29	74	39
1882	-	-	-	-	-	-	-	4	11	50	17
1883	40	-	-	-	-	-	-	6	12	38	24
1884	39	-	-	-	-	-	-	10	18	44	46
1885	30	-	-	-	-	-	-	10	19	40	45
1886	21	-	-	-	-	-	-	7	16	33	37
1887	30	-	-	-	-	-	-	5	14	21	32
1888	21	-	-	-	-	-	-	10	20	20	39
1889	29	-	-	-	-	-	-	13	23	25	36
1890	17	-	-	-	35	-	-	11	25	30	30
1891	22	-	-	-	45	-	68	13	27	36	35
1892	13	-	-	-	30	-	50	9	19	30	28
1893	25	-	-	-	31	-	47	15	19	27	28
1894	22	-	-	-	30	-	51	10	21	28	30
1895	18	-	-	-	39	-	45	9	17	35	29
1896	22	-	-	-	33	-	51	11	20	32	27
1897	18	-	-	-	20	-	53	14	23	45	27

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1898	27	-	-	-	32	-	75	15	19	48	40
1899	17	26	-	-	31	-	65	10	24	39	25
1900	21	28	-	-	44	-	81	17	29	39	52
1901	15	19	-	-	42	-	62	14	19	44	42
1902	14	15	25	-	34	-	70	13	19	33	30
1903	17	9	20	-	20	-	55	8	10	30	22
1904	20	14	18	-	27	-	50	7	13	30	26
1905	25	35	28	-	31	62	67	12	19	35	30
1906	26	42	35	-	46	72	77	14	24	30	39
1907	25	42	51	-	54	75	73	13	29	41	48
1908	14	36	43	-	41	69	75	12	24	31	35
1909	26	30	31	-	46	80	75	11	22	40	35
1910	23	40	47	-	35	66	70	13	30	46	45
1911	18	24	35	-	34	60	47	11	17	34	40
1912	24	32	30	-	33	56	48	11	20	24	34
1913	20	33	27	-	32	52	50	8	21	25	36
1914	16	22	23	-	22	45	41	7	20	23	30
1915	25	30	29	-	29	53	45	13	22	24	28
1916	18	22	28	-	30	33	38	9	17	22	27
1917	22	37	30	-	33	57	47	13	22	25	40
1918	28	25	24	-	30	45	41	7	18	20	37
1919	22	22	33	-	30	41	37	10	21	27	19
1920	21	34	30	-	30	55	35	14	15	30	35
1921	23	22	27	-	33	65	48	13	15	25	25

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1922	27	23	26	-	36	45	46	17	19	25	24
1923	28	25	25	-	34	55	35	22	26	28	24
1924	35	37	47	29	41	67	57	43	33	45	32
1925	32	38	44	24	43	61	57	33	19	35	28
1926	27	37	38	23	55	58	43	28	19	30	22
1927	29	45	54	25	51	54	48	38	27	43	26
1928	21	29	44	25	46	81	36	40	20	32	32
1929	27	30	44	25	37	75	44	33	24	32	25
1930	35	43	52	32	48	66	42	29	27	40	28
1931	30	24	29	23	33	60	35	26	19	37	25
1932	24	22	33	19	26	60	24	35	20	30	22
1933	18	19	24	22	20	55	29	41	16	23	18
1934	21	24	25	31	20	50	24	32	22	26	21
1935	22	28	28	27	23	47	27	28	22	21	17
1936	19	24	23	24	23	39	21	35	14	22	15
1937	19	24	21	25	19	36	28	33	27	24	16
1938	18	25	23	33	34	48	24	42	25	23	25
1939	24	25	31	33	32	38	26	34	26	23	20
1940	25	23	36	34	33	34	28	34	22	19	15
1941	18	18	26	26	27	37	26	31	18	19	13
1942	17	24	22	38	29	39	26	50	17	20	17
1943	17	24	30	38	29	40	29	48	22	24	15
1944	20	31	34	36	29	31	29	51	22	23	20
1945	30	30	29	40	36	44	28	50	23	29	25

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1946	26	29	27	40	32	47	27	38	23	35	22
1947	19	27	25	38	27	34	24	37	22	27	19
1948	30	29	26	30	27	50	27	45	28	25	21
1949	28	35	37	49	32	49	32	42	26	37	21
1950	30	27	27	43	30	42	20	32	24	29	17
1951	28	31	28	42	31	40	22	43	32	28	19
1952	23	24	22	28	31	28	23	29	19	27	20
1953	23	18	18	31	21	20	15	22	14	23	13
1954	26	19	20	23	26	26	12	38	20	27	25
1955	27	24	19	34	31	30	16	46	21	28	29
1956	29	26	21	37	28	28	18	45	22	29	30
1957	20	26	17	41	26	28	15	45	22	36	23
1958	16	18	12	19	17	24	12	23	13	16	13
1959	17	16	12	4	18	31	6	28	15	9	20
1960	21	15	12	7	18	24	3	39	18	10	23
1961	27	15	15	8	22	23	6	57	16	10	29
1962	22	20	14	9	23	11	7	30	16	6	18
1963	27	25	17	12	30	15	7	36	18	11	20
1964	25	28	13	17	29	12	12	38	19	14	19
1965	30	30	17	24	39	27	7	41	20	20	30
1966	25	32	16	37	41	20	8	42	13	19	22
1967	30	37	21	37	50	22	15	45	25	20	25
1968	30	49	27	39	59	30	10	56	29	34	36
1969	26	31	18	28	35	19	20	35	11	27	25

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1970	31	43	20	41	48	16	23	45	18	28	26
1971	28	49	26	44	59	17	13	49	20	25	26
1972	25	42	30	36	56	20	12	40	15	25	29
1973	24	37	27	38	39	18	12	48	13	23	30
1974	21	35	34	36	47	20	12	46	17	22	31
1975	26	37	31	31	37	24	19	32	16	20	33
1976	21	37	34	45	55	28	14	57	26	24	40
1977	21	25	29	36	45	17	14	62	16	23	36
1978	26	28	29	40	43	28	13	54	30	26	27
1979	20	23	29	39	28	16	17	43	19	28	41
1980	32	25	35	33	45	24	16	41	22	35	35
1981	20	25	32	29	42	29	21	39	17	28	31
1982	30	22	27	29	37	27	17	53	22	37	32
1983	30	28	35	33	35	30	16	41	26	31	58
1984	33	36	44	40	44	22	13	59	30	42	47
1985	27	33	31	32	31	22	7	48	19	30	33
1986	27	24	21	34	31	23	14	60	17	22	31
1987	23	25	31	40	42	34	12	95	26	35	47
1988	27	22	30	36	37	32	12	71	23	32	20
1989	29	33	22	31	30	27	15	34	18	24	30
1990	38	40	30	40	36	37	12	45	21	35	30
1991	30	31	29	37	33	25	12	54	16	29	31
1992	44	32	33	45	45	32	18	73	22	41	30
1993	35	25	28	38	43	24	17	55	24	44	38

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
1994	36	22	28	40	38	28	23	52	31	43	35
1995	33	25	27	47	37	28	17	78	29	41	30
1996	30	35	37	49	34	33	16	88	27	43	25
1997	37	33	33	54	35	32	16	65	29	35	23
1998	35	40	33	43	47	51	11	46	23	40	25
1999	25	22	27	26	27	20	8	27	10	35	15
2000	30	25	28	27	27	37	10	42	22	32	16
2001	30	15	19	35	25	33	9	31	21	30	21
2002	33	24	21	41	23	27	8	41	22	33	25
2003	29	26	21	41	25	30	9	45	27	33	29
2004	24	24	15	29	15	32	8	30	21	26	20
2005	30	19	16	29	17	35	9	35	17	40	17
2006	32	14	15	31	17	21	8	35	15	40	16
2007	28	15	15	28	14	26	14	36	13	30	15
2008	38	17	20	23	26	35	14	38	19	47	11
2009	39	23	17	35	25	31	16	50	21	42	17
2010	38	24	20	47	23	30	18	60	19	37	19
2011	31	20	20	33	20	32	9	50	14	30	17
2012	28	21	15	22	20	26	9	34	14	25	22
2013	21	17	23	23	18	15	9	50	18	27	20
2014	27	18	21	26	18	18	13	55	19	21	19
2015	28	18	19	33	13	17	11	53	19	35	22
2016	23	15	21	34	17	11	12	51	14	25	28
2017	-	-	25	33	13	15	-	50	21	30	21

Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев										
	Сосняк багульниково-бруснично зеленомошный										
	С-1	С-8	С-10	С-15	С-31	С-33	С-39	С-10	С-11	С-12	С-13
2018	-	-	30	42	16	14	-	35	20	29	24
2019	-	-	18	30	12	11	-	35	12	15	18



Результаты измерения ширины годичных колец кедра с тест-полигона скв.9а месторождения «Приобское» (в единицах окуляр-микрометра, увеличение 40)

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
1804	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-
1805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
1806	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
1807	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-
1808	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-
1809	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-
1810	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-
1811	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
1812	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-
1813	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
1814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-
1815	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-
1816	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
1817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
1818	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-
1819	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-
1820	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	-
1821	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1822	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	-
1823	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-
1824	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-
1825	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-
1826	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-
1827	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	30
1828	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	21
1829	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	29
1830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	29
1831	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	28
1832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30
1833	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	26
1834	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	24
1835	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	42
1836	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	23	26
1837	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	26	21
1838	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	-	-	61	31
1839	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-	43	29
1840	-	-	-	-	-	75	-	-	48	46	-	-	35	25
1841	-	-	-	-	-	71	-	-	40	39	-	-	20	18
1842	-	-	-	-	-	73	-	-	51	58	-	-	19	18
1843	-	-	-	-	87	63	-	-	65	72	-	-	30	21
1844	-	-	-	-	78	49	-	-	53	67	-	-	28	18

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1845	-	-	-	-	58	53	-	-	49	65	-	-	29	20
1846	-	-	-	-	80	70	-	-	62	64	-	-	35	32
1847	-	-	-	-	65	95	-	-	46	57	-	-	30	26
1848	-	-	-	-	97	106	-	-	49	66	-	-	27	17
1849	-	-	-	-	72	116	-	-	55	74	-	-	36	23
1850	-	-	-	-	65	84	-	-	51	63	-	-	39	27
1851	-	-	-	-	67	72	-	-	50	60	-	-	38	22
1852	-	-	-	-	67	66	-	-	62	74	-	-	45	30
1853	-	-	-	-	55	56	-	-	38	62	-	-	32	30
1854	-	-	-	-	45	55	-	-	41	61	-	-	35	30
1855	-	-	-	-	51	64	-	-	49	89	-	-	40	48
1856	-	-	-	-	47	66	-	-	37	51	-	-	38	30
1857	-	-	-	-	46	65	-	-	32	55	-	-	53	27
1858	-	-	-	-	60	93	-	-	40	62	-	-	50	30
1859	-	-	-	-	83	110	-	-	42	66	-	-	43	45
1860	-	-	-	-	95	87	-	-	45	65	-	-	44	26
1861	-	-	-	-	85	92	-	-	33	55	-	-	45	15
1862	-	-	-	-	60	90	-	-	39	44	-	-	36	15
1863	-	-	-	-	70	104	-	-	42	55	-	-	49	20
1864	-	-	-	-	83	97	-	-	27	48	-	-	39	21
1865	-	-	-	-	85	95	-	-	38	46	-	-	38	20
1866	-	-	-	-	122	134	-	-	42	55	-	-	37	28
1867	-	-	-	-	67	154	-	-	44	46	-	-	33	28
1868	-	-	-	-	77	120	-	-	31	34	-	-	37	33

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1869	-	-	-	-	78	105	-	-	32	40	-	-	45	27
1870	-	-	-	-	75	84	-	-	25	23	-	-	41	24
1871	-	-	-	-	81	91	-	-	40	39	-	-	51	29
1872	-	-	-	-	122	142	-	-	63	41	-	-	64	43
1873	-	-	-	-	73	110	-	-	53	30	-	-	48	32
1874	-	-	-	-	91	104	-	-	46	30	-	-	68	35
1875	-	-	-	-	89	116	-	-	41	32	-	-	65	41
1876	-	-	-	-	88	81	-	-	36	23	-	-	48	36
1877	-	-	-	-	51	52	-	-	27	21	-	-	40	31
1878	-	-	-	-	52	92	-	-	42	34	-	-	60	42
1879	-	-	-	-	50	155	-	-	52	45	-	-	95	44
1880	-	-	-	-	69	125	-	-	48	37	-	-	92	38
1881	-	-	-	-	67	128	-	-	49	38	-	-	113	61
1882	-	-	-	-	59	108	-	-	37	28	-	-	70	62
1883	-	-	-	-	70	84	-	-	41	28	-	-	62	37
1884	-	-	-	-	62	90	-	-	35	31	-	-	68	25
1885	-	-	-	-	53	103	-	-	32	25	-	-	51	24
1886	-	-	-	-	55	106	-	-	32	25	-	-	42	22
1887	-	-	-	-	40	81	-	-	29	25	-	-	40	18
1888	-	-	-	-	52	92	-	-	47	40	-	-	50	24
1889	-	-	-	-	43	127	-	-	49	57	-	-	46	26
1890	-	-	-	-	38	66	-	-	30	42	-	-	38	18
1891	-	-	-	-	47	71	-	-	38	56	-	-	64	26
1892	-	-	-	-	40	92	-	-	33	58	-	-	62	23

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1893	-	-	-	-	32	124	-	-	45	55	-	-	55	26
1894	-	-	-	-	49	107	-	-	38	45	-	-	60	27
1895	-	-	-	-	39	74	-	-	32	35	-	-	62	24
1896	-	-	47	-	33	64	-	-	27	31	-	-	55	21
1897	-	-	42	-	47	60	-	-	38	43	-	-	47	23
1898	-	-	47	-	50	61	-	-	35	34	-	-	43	18
1899	-	-	48	-	52	52	-	-	40	60	20	-	55	24
1900	-	-	50	50	72	65	-	-	40	74	25	-	71	25
1901	-	-	50	52	46	43	-	-	30	66	23	-	66	29
1902	-	-	45	47	32	35	-	-	28	39	23	-	65	24
1903	-	-	50	58	32	38	-	-	34	33	18	-	68	20
1904	-	-	55	44	36	47	-	-	40	35	32	-	60	24
1905	-	-	80	72	29	55	-	-	33	33	36	-	48	27
1906	-	-	68	66	43	55	89	-	45	40	41	36	57	28
1907	-	-	55	58	40	51	89	-	35	45	51	37	78	27
1908	-	-	53	41	39	61	71	-	33	51	37	22	98	26
1909	-	-	81	61	31	50	99	-	45	60	47	27	119	23
1910	-	-	82	66	35	53	90	-	45	54	57	30	100	26
1911	-	-	46	32	35	45	40	-	20	21	29	20	40	13
1912	-	-	55	50	29	42	61	-	46	43	34	21	50	19
1913	-	-	41	36	38	45	58	-	30	30	41	25	41	16
1914	-	-	42	38	28	28	39	-	23	24	41	28	30	15
1915	-	-	62	57	31	34	65	-	34	42	48	43	40	13
1916	-	-	30	31	16	17	26	-	21	18	13	21	19	10

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1917	-	-	50	44	29	34	54	-	35	36	83	49	26	11
1918	-	-	32	35	20	25	55	-	30	32	17	28	33	11
1919	-	-	48	34	20	25	48	-	36	43	27	33	48	16
1920	-	-	41	46	23	30	45	-	27	22	25	36	41	17
1921	-	-	42	37	21	28	72	-	35	29	28	42	48	18
1922	-	-	52	50	20	31	60	-	49	34	22	38	54	23
1923	-	-	41	34	19	34	63	-	28	29	17	34	46	22
1924	-	-	54	40	18	46	61	-	38	49	31	53	46	25
1925	-	-	37	30	17	53	66	-	30	30	22	22	45	27
1926	-	-	50	46	11	38	60	-	40	53	10	17	50	27
1927	-	-	55	70	13	51	63	-	34	77	13	30	73	25
1928	-	-	53	70	18	46	70	-	31	45	11	37	85	25
1929	-	-	45	46	14	37	55	-	23	30	11	28	100	18
1930	-	-	66	45	18	86	67	-	25	32	16	30	123	17
1931	-	-	45	55	13	56	61	-	23	29	16	21	96	18
1932	-	-	54	80	14	59	58	-	25	20	14	13	61	15
1933	-	-	50	60	16	61	43	-	26	21	13	15	50	14
1934	-	-	45	50	11	48	37	-	24	23	14	17	54	15
1935	-	-	40	40	16	43	23	-	15	16	16	17	41	13
1936	-	-	44	47	12	42	23	-	23	24	15	21	42	15
1937	-	-	38	44	15	48	21	-	20	26	13	25	30	12
1938	-	-	46	43	22	53	20	-	22	35	14	30	36	13
1939	-	-	50	54	21	64	27	-	25	36	11	25	50	13
1940	-	65	60	68	19	52	26	-	19	38	11	40	49	14

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1941	-	70	51	64	22	59	33	-	18	32	7	20	47	19
1942	-	59	50	87	18	50	34	-	16	24	6	18	50	13
1943	-	47	48	54	20	60	33	-	23	31	5	21	49	46
1944	45	54	70	80	24	60	40	-	22	30	5	26	50	60
1945	36	58	80	64	19	53	38	-	23	31	5	18	55	47
1946	33	56	75	52	21	48	35	-	26	38	4	16	42	35
1947	26	31	79	49	15	50	23	-	21	32	3	15	35	30
1948	35	52	67	49	18	80	48	-	26	27	4	20	36	60
1949	36	42	60	43	17	88	35	-	20	17	5	23	22	45
1950	30	40	75	35	15	60	24	-	17	16	4	17	27	20
1951	36	46	87	47	16	70	34	-	27	28	7	27	27	17
1952	26	52	73	40	16	90	42	-	25	32	5	16	31	13
1953	34	46	66	25	13	45	24	-	16	29	7	17	21	11
1954	37	47	60	32	16	95	30	-	21	19	7	18	28	15
1955	30	63	51	21	13	90	30	-	17	18	7	15	20	13
1956	40	62	55	24	20	119	37	-	20	24	5	15	25	16
1957	49	77	53	23	17	86	39	-	23	25	6	22	39	20
1958	40	52	41	26	13	84	34	-	14	22	4	15	28	12
1959	59	70	48	27	18	90	30	-	24	29	5	29	34	15
1960	48	51	44	26	16	60	34	-	22	25	5	26	28	17
1961	55	68	56	38	19	71	40	-	22	23	5	35	20	11
1962	50	70	60	44	24	87	45	-	25	30	4	28	21	15
1963	47	65	67	41	27	80	43	-	16	23	5	30	17	12
1964	52	57	53	41	25	74	45	-	21	21	5	36	17	12

## Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1965	42	48	42	33	25	89	45	-	23	27	5	40	19	13
1966	33	45	36	21	19	78	40	45	17	23	6	47	19	14
1967	25	60	29	21	31	85	25	24	14	17	5	43	14	12
1968	36	100	32	28	33	71	45	32	25	26	8	34	20	20
1969	23	84	24	20	25	49	34	18	18	23	8	25	16	15
1970	30	99	30	27	28	60	23	17	20	21	9	28	15	16
1971	27	78	30	27	21	70	35	18	23	23	13	22	16	40
1972	40	79	42	47	21	64	42	23	26	25	15	18	27	36
1973	35	46	38	34	26	57	50	27	18	22	15	19	25	66
1974	60	44	42	48	25	38	42	40	31	27	17	22	21	49
1975	40	44	42	35	30	60	36	32	22	17	21	23	11	29
1976	40	46	43	33	31	80	58	46	21	23	27	30	16	31
1977	30	31	37	25	24	81	34	33	21	20	20	20	14	14
1978	47	44	46	25	32	56	41	40	24	29	33	33	13	16
1979	50	33	47	26	22	51	35	45	26	34	38	37	14	23
1980	48	32	56	38	18	42	35	65	24	33	24	27	17	18
1981	42	32	53	30	22	37	28	36	17	29	21	37	14	17
1982	56	45	48	32	27	40	31	44	27	37	26	60	13	23
1983	34	32	47	28	26	38	27	25	16	23	17	45	14	15
1984	48	46	56	28	32	68	35	26	24	30	21	83	23	23
1985	59	47	55	30	25	47	44	33	25	33	21	59	13	15
1986	65	55	67	23	22	71	50	53	31	47	34	77	24	22
1987	52	80	88	35	24	84	58	84	28	87	47	74	47	66
1988	53	97	105	37	25	58	55	80	29	71	45	83	37	32



Продолжение таблицы

Год	По радиусам деревьев													
	Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, стена леса у отсыпки						Суходол, кедровник травяно-зеленомошный, 50 м. от стены леса							
	К-1	К-1	К-2	К-2	К-3	К-3	К-4	К-4	К-5	К-5	К-6	К-6	К-7	К-7
1989	51	67	67	30	21	49	44	51	26	55	40	74	32	39
1990	43	54	76	35	26	53	50	54	27	51	35	99	46	35
1991	42	43	67	30	30	67	43	64	32	42	38	97	37	22
1992	57	57	90	38	31	64	54	74	57	58	45	88	41	26
1993	54	36	70	39	20	54	62	79	46	47	29	72	40	21
1994	70	55	80	47	23	53	57	67	42	59	27	66	31	22
1995	45	30	80	35	27	130	80	96	35	97	35	77	43	24
1996	58	55	97	44	28	111	57	85	46	51	30	61	55	22
1997	46	55	90	35	21	138	34	60	40	106	23	60	59	24
1998	47	50	171	37	16	98	65	121	54	74	26	87	75	31
1999	43	62	121	35	20	108	48	97	37	105	20	70	73	35
2000	40	35	61	32	17	120	59	83	26	61	21	61	60	25
2001	60	59	66	42	18	130	66	104	36	101	16	47	56	40
2002	61	50	61	46	21	80	65	111	31	53	20	60	53	32
2003	70	56	61	43	15	47	64	96	37	54	13	37	52	22
2004	40	30	48	28	16	29	33	50	25	27	12	17	31	21

## Индекс двойного экспоненциального сплайна

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1782	-	-	0,99	-
1783	-	-	1,02	-
1784	-	-	1,01	-
1785	-	-	0,92	-
1786	-	-	1,07	-
1787	-	-	1,24	-
1788	-	-	1,15	-
1789	-	-	0,97	-
1790	-	-	0,56	-
1791	-	-	0,42	-
1792	-	-	0,76	-
1793	-	-	0,98	-
1794	-	-	0,91	-
1795	-	-	1,16	-
1796	-	-	0,98	-
1797	-	-	1,09	-
1798	-	-	1,14	-
1799	-	-	1,34	-
1800	-	-	0,67	-
1801	-	-	0,83	1,11
1802	-	-	1,02	0,98
1803	-	-	0,74	1,00
1804	-	-	0,97	0,83
1805	-	-	1,02	0,93
1806	-	-	1,07	0,77
1807	-	-	1,22	0,79

## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1808	-	-	0,86	1,04
1809	-	-	1,15	1,24
1810	-	-	0,88	1,03
1811	-	-	0,93	1,06
1812	-	-	0,92	0,89
1813	-	-	1,12	1,02
1814	-	-	0,94	1,10
1815	-	-	1,02	1,05
1816	-	-	1,04	0,86
1817	-	-	0,98	0,82
1818	-	-	1,00	0,90
1819	-	-	1,10	0,89
1820	-	-	0,94	1,11
1821	-	-	1,10	0,90
1822	-	-	0,83	0,91
1823	-	-	0,82	1,15
1824	-	-	1,06	1,28
1825	-	-	1,36	1,04
1826	-	-	1,32	0,75
1827	-	-	0,70	1,16
1828	-	-	0,47	0,89
1829	-	-	0,53	0,99
1830	-	-	0,74	1,02
1831	-	-	0,68	0,95
1832	-	-	0,87	1,09
1833	-	-	1,13	0,94
1834	-	-	1,19	1,04
1835	-	-	1,10	1,05
1836	-	-	0,96	0,85

## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1837	-	-	0,76	0,90
1838	-	-	1,13	1,23
1839	-	-	1,19	1,06
1840	-	-	1,13	1,01
1841	-	-	0,78	0,77
1842	-	-	0,94	0,95
1843	-	-	0,91	1,11
1844	-	-	1,12	0,97
1845	-	-	0,72	0,93
1846	-	-	0,96	1,06
1847	-	-	1,24	0,95
1848	-	-	1,03	0,99
1849	-	-	0,83	1,07
1850	-	-	1,07	1,02
1851	-	-	0,97	0,95
1852	-	-	1,06	1,05
1853	-	-	1,08	0,94
1854	-	-	1,05	0,88
1855	1,03	-	1,07	1,08
1856	0,94	-	1,01	0,99
1857	1,14	-	0,91	0,98
1858	0,84	-	1,04	1,00
1859	0,97	-	1,06	1,12
1860	1,25	-	1,16	1,10
1861	1,07	-	0,72	0,92
1862	0,64	-	0,63	0,85
1863	1,00	-	0,96	1,09
1864	0,94	-	1,15	0,95
1865	0,80	-	0,66	0,87

## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1866	1,15	-	1,10	1,07
1867	0,91	-	1,07	1,05
1868	1,01	-	1,08	1,06
1869	1,07	-	1,01	0,98
1870	0,93	-	0,95	0,85
1871	1,06	-	1,02	0,93
1872	1,03	-	1,04	1,19
1873	0,97	-	0,83	0,96
1874	1,02	-	1,04	1,10
1875	1,00	-	1,07	1,00
1876	1,04	-	1,01	0,94
1877	0,96	-	0,90	0,73
1878	1,06	-	0,96	0,98
1879	0,90	-	1,05	1,18
1880	1,06	1,10	1,26	1,05
1881	1,07	1,02	1,14	1,12
1882	1,06	1,26	0,65	0,91
1883	0,92	0,67	0,86	0,99
1884	1,07	0,76	1,13	1,00
1885	0,91	0,86	1,04	0,98
1886	1,03	0,58	0,92	0,94
1887	0,91	0,71	0,86	0,86
1888	0,99	1,08	0,98	1,09
1889	1,10	1,42	1,14	1,16
1890	0,94	0,75	0,97	0,70
1891	1,14	1,29	1,14	1,07
1892	0,91	0,78	0,89	0,95
1893	0,98	0,86	1,01	1,13
1894	0,92	0,85	0,97	1,10

## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1895	1,05	1,22	0,92	0,98
1896	1,01	0,99	0,98	0,94
1897	1,08	1,03	0,96	0,95
1898	0,88	0,81	1,09	0,94
1899	0,95	1,12	0,93	1,00
1900	1,12	0,89	1,23	1,09
1901	0,98	1,05	1,02	1,01
1902	0,99	0,84	0,93	0,94
1903	0,87	1,12	0,75	0,96
1904	1,06	0,96	0,84	0,95
1905	1,02	1,06	1,01	1,01
1906	1,03	0,91	1,08	1,05
1907	1,14	1,09	1,16	1,06
1908	0,90	1,15	0,97	0,95
1909	1,04	0,98	1,01	1,09
1910	1,14	1,19	1,15	1,23
1911	0,94	0,89	0,96	0,72
1912	0,97	0,85	0,99	1,08
1913	0,95	0,87	0,97	0,96
1914	0,88	0,89	0,87	0,87
1915	0,92	1,15	1,03	1,18
1916	0,89	0,77	0,88	0,66
1917	0,92	1,23	1,12	1,11
1918	0,94	0,81	0,93	0,89
1919	1,14	1,14	0,97	1,05
1920	1,08	1,10	1,04	0,98
1921	1,00	0,91	0,91	1,00
1922	1,14	1,06	0,95	1,14
1923	0,81	0,94	0,90	0,86

## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1924	0,95	1,06	1,20	1,12
1925	1,09	0,87	1,02	0,90
1926	1,05	0,88	0,91	0,96
1927	1,07	1,22	1,11	1,14
1928	0,98	0,91	0,99	1,07
1929	0,89	0,96	0,99	0,92
1930	1,06	1,01	1,18	1,10
1931	0,91	0,90	0,97	0,95
1932	0,94	1,12	0,94	0,97
1933	0,97	1,08	0,91	0,98
1934	1,02	0,82	0,99	1,00
1935	1,11	1,08	1,02	0,89
1936	1,02	0,93	0,92	1,01
1937	0,91	0,88	0,94	0,87
1938	0,97	1,19	1,05	0,99
1939	0,97	0,96	1,04	1,00
1940	1,14	1,08	1,05	1,10
1941	0,99	1,02	0,90	1,02
1942	0,99	1,04	0,95	0,93
1943	0,90	1,07	0,99	1,01
1944	0,94	1,02	0,99	1,12
1945	1,12	1,00	1,08	1,03
1946	1,05	0,79	1,04	1,01
1947	0,98	0,98	0,92	0,87
1948	0,95	0,98	1,01	1,13
1949	0,97	0,93	1,11	0,95
1950	1,02	1,00	0,98	0,87
1951	1,11	1,10	1,11	1,11
1952	0,94	0,76	0,96	0,98

## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1953	0,91	0,97	0,84	0,91
1954	0,87	1,02	0,95	1,01
1955	1,15	1,24	1,10	0,90
1956	1,16	1,06	1,15	1,03
1957	1,05	0,95	1,14	1,10
1958	0,84	0,92	0,86	0,84
1959	1,02	1,08	0,79	1,07
1960	0,93	0,95	0,89	1,01
1961	0,82	1,00	0,96	1,00
1962	1,02	1,02	0,86	1,02
1963	1,07	0,93	0,98	1,04
1964	0,91	1,05	0,95	0,99
1965	1,06	1,05	1,06	1,08
1966	0,95	0,84	0,96	0,94
1967	0,88	0,85	1,04	0,86
1968	1,23	1,25	1,17	1,15
1969	0,99	0,85	0,87	0,89
1970	0,99	1,02	1,05	0,95
1971	1,13	0,96	1,04	0,99
1972	1,06	1,06	0,99	1,11
1973	0,78	0,96	0,98	1,02
1974	0,89	1,10	0,97	1,07
1975	1,11	1,05	0,95	0,89
1976	1,17	1,02	1,08	1,09
1977	0,85	0,89	0,96	0,86
1978	0,90	0,98	1,04	1,09
1979	1,00	1,18	0,93	1,07
1980	1,04	0,79	1,08	0,97
1981	0,95	0,95	0,94	0,87



## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
1982	1,10	1,14	1,01	1,05
1983	0,77	0,77	1,02	0,83
1984	0,92	1,09	1,13	1,05
1985	0,99	0,88	0,90	0,90
1986	1,08	0,82	0,91	0,99
1987	1,01	1,19	1,10	1,13
1988	1,13	1,07	0,98	1,05
1989	0,85	1,05	0,91	0,94
1990	0,83	0,67	1,05	0,98
1991	1,07	1,07	0,91	0,90
1992	1,17	0,94	1,09	1,10
1993	1,00	0,96	1,00	0,98
1994	0,89	1,03	1,02	1,01
1995	1,06	1,22	1,00	1,05
1996	1,05	0,88	1,05	1,09
1997	1,01	1,16	1,06	0,94
1998	1,22	0,88	1,12	1,09
1999	0,53	0,84	0,80	1,05
2000	1,10	1,07	1,01	0,89
2001	1,06	1,12	0,93	1,05
2002	1,00	0,92	1,01	1,05
2003	1,03	0,99	1,11	1,03
2004	0,85	0,83	0,91	0,74
2005	1,17	1,08	0,99	-
2006	0,87	0,97	0,93	-
2007	0,90	1,03	0,91	-
2008	1,10	1,12	1,02	-
2009	1,04	0,99	1,09	-
2010	1,05	1,07	1,12	-

## Продолжение таблицы

Год	з/к "Юганский"(сосна)	з/к "Юганский"(кедр)	з/к "М.Сосьва"(сосна)	м/е "Приобское"(кедр)
2011	1,14	0,96	0,99	-
2012	0,85	0,83	0,93	-
2013	0,93	1,02	0,94	-
2014	0,97	0,98	1,00	-
2015	0,97	1,03	1,02	-
2016	1,04	1,08	0,96	-
2017	-	-	1,00	-
2018	-	-	1,02	-

## Средние значения ширины колец по тест-полигонам

Год	Юганский з/к(сосна)	Юганский з/к(кедр)	М.Сосьва (сосна)	Пиобское м/е(кедр)
1880	1,810	1,131	0,886	1,357
1881	1,833	0,963	0,782	1,438
1882	1,783	1,025	0,404	1,171
1883	1,498	0,475	0,556	1,148
1884	1,673	0,425	0,719	1,135
1885	1,460	0,400	0,639	1,104
1886	1,538	0,263	0,547	1,048
1887	1,365	0,350	0,508	0,897
1888	1,416	0,531	0,564	1,140
1889	1,582	0,756	0,681	1,303
1890	1,340	0,379	0,641	0,769
1891	1,589	0,646	0,894	1,083
1892	1,267	0,379	0,660	1,083
1893	1,416	0,421	0,704	1,378
1894	1,369	0,438	0,673	1,317
1895	1,484	0,663	0,656	1,095
1896	1,481	0,556	0,696	1,028
1897	1,528	0,591	0,719	0,972
1898	1,209	0,433	0,894	0,980
1899	1,266	0,593	0,755	1,018
1900	1,503	0,560	1,078	1,167
1901	1,372	0,689	0,847	1,095
1902	1,409	0,598	0,672	0,980
1903	1,288	0,898	0,513	1,056
1904	1,494	0,800	0,593	1,042
1905	1,506	1,074	0,790	1,151
1906	1,491	0,977	1,033	1,251

Год	Юганский з/к(сосна)	Юганский з/к(кедр)	М.Сосьва (сосна)	Пиобское м/е(кедр)
1907	1,606	1,197	1,163	1,293
1908	1,256	1,273	0,962	1,211
1909	1,422	1,108	1,001	1,423
1910	1,425	1,123	1,093	1,495
1911	1,119	0,770	0,829	0,811
1912	1,050	0,671	0,803	1,100
1913	0,913	0,677	0,746	0,925
1914	0,778	0,709	0,624	0,823
1915	0,769	0,925	0,711	1,076
1916	0,791	0,642	0,592	0,556
1917	0,847	1,087	0,805	1,061
1918	0,916	0,807	0,675	0,791
1919	1,156	1,128	0,708	0,988
1920	1,125	1,088	0,782	0,960
1921	1,038	0,871	0,672	0,954
1922	1,231	0,996	0,716	1,173
1923	0,841	0,882	0,722	0,856
1924	0,925	1,015	1,032	1,180
1925	1,091	0,826	0,906	0,942
1926	1,050	0,847	0,818	1,165
1927	1,000	1,197	1,044	1,381
1928	0,900	0,929	0,964	1,216
1929	0,769	0,997	0,904	1,030
1930	0,909	1,084	1,063	1,227
1931	0,775	0,984	0,790	0,948
1932	0,741	1,300	0,706	0,972
1933	0,772	1,277	0,654	0,895
1934	0,806	0,970	0,628	0,835
1935	0,888	1,267	0,634	0,737

Продолжение таблицы

Год	Юганский з/к(сосна)	Юганский з/к(кедр)	М.Сосьва (сосна)	Пиобское м/е(кедр)
1936	0,841	1,130	0,555	0,840
1937	0,719	1,162	0,573	0,739
1938	0,753	1,681	0,681	0,896
1939	0,775	1,327	0,675	0,945
1940	0,909	1,475	0,682	1,141
1941	0,791	1,381	0,567	1,083
1942	0,769	1,440	0,625	1,061
1943	0,709	1,338	0,667	1,124
1944	0,775	1,210	0,690	1,257
1945	0,941	1,098	0,782	1,094
1946	0,913	0,802	0,753	1,031
1947	0,794	0,927	0,663	0,857
1948	0,750	0,896	0,753	1,046
1949	0,769	0,877	0,850	0,840
1950	0,781	0,948	0,715	0,739
1951	0,894	1,070	0,798	0,914
1952	0,731	0,786	0,618	0,799
1953	0,678	1,070	0,512	0,693
1954	0,638	1,105	0,593	0,778
1955	0,828	1,402	0,722	0,717
1956	0,841	1,170	0,743	0,853
1957	0,713	0,977	0,682	0,862
1958	0,547	0,898	0,410	0,697
1959	0,591	1,025	0,357	0,907
1960	0,525	0,857	0,390	0,818
1961	0,494	0,893	0,450	0,864
1962	0,666	0,886	0,378	0,863
1963	0,653	0,766	0,475	0,866
1964	0,591	0,855	0,502	0,822

Продолжение таблицы

Год	Юганский з/к(сосна)	Юганский з/к(кедр)	М.Сосьва (сосна)	Пиобское м/е(кедр)
1965	0,703	0,857	0,632	0,838
1966	0,669	0,655	0,623	0,744
1967	0,653	0,659	0,725	0,721
1968	0,891	0,927	0,887	0,923
1969	0,759	0,620	0,613	0,695
1970	0,719	0,739	0,777	0,788
1971	0,822	0,686	0,793	0,831
1972	0,675	0,795	0,733	0,936
1973	0,519	0,720	0,712	0,858
1974	0,481	0,836	0,702	0,854
1975	0,588	0,784	0,672	0,713
1976	0,603	0,718	0,820	0,847
1977	0,416	0,613	0,727	0,660
1978	0,409	0,618	0,777	0,820
1979	0,450	0,783	0,690	0,783
1980	0,509	0,506	0,818	0,714
1981	0,472	0,558	0,698	0,630
1982	0,488	0,615	0,778	0,757
1983	0,447	0,405	0,805	0,612
1984	0,403	0,577	0,916	0,821
1985	0,497	0,448	0,688	0,762
1986	0,597	0,434	0,679	0,932
1987	0,541	0,720	0,904	1,170
1988	0,600	0,705	0,760	1,120
1989	0,450	0,648	0,667	0,948
1990	0,450	0,463	0,812	0,985
1991	0,616	0,715	0,721	0,952
1992	0,691	0,764	0,921	1,188
1993	0,619	0,757	0,844	1,107

Продолжение таблицы

Год	Юганский з/к(сосна)	Юганский з/к(кедр)	М.Сосьва (сосна)	Пиобское м/е(кедр)
1994	0,516	0,864	0,852	1,190
1995	0,641	1,091	0,871	1,353
1996	0,652	0,770	0,927	1,299
1997	0,603	0,970	0,896	1,163
1998	0,747	0,782	0,898	1,345
1999	0,313	0,734	0,556	1,231
2000	0,619	0,927	0,677	1,019
2001	0,597	1,007	0,602	1,181
2002	0,559	0,843	0,665	1,060
2003	0,572	0,905	0,715	0,951
2004	0,466	0,825	0,546	0,618