

На правах рукописи

Тишин Денис Владимирович

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕРЕВЬЕВ
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность 03.00.16 – Экология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Казань - 2006

Работа выполнена в лаборатории биомониторинга Института экологии
природных систем АН РТ, г. Казань

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Аськеев Олег Васильевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Любарский Евгений Леонидович

кандидат биологических наук.
Кучеров Сергей Евгеньевич

Ведущая организация: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск

Защита состоится “11” апреля 2006 г. в 14⁰⁰ на заседании диссертационного
совета Д 212. 081. 19 при Казанском государственном университете по адресу:
420008. Казань, ул. Кремлевская, 18 (экологический факультет, ауд. 204)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И.
Лобачевского Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова -
Ленина

Отзыв на автореферат просим присылать по адресу 420008, г.Казань, ул.
Кремлевская, 18.
Факс (843)2993512

Автореферат разослан « ____ » _____ 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор химических наук, профессор

Г.А. Евтюгин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В настоящее время мировое сообщество стало осознавать важность исследований в области реальных трансформаций в биосфере Земли, связанных с глобальными и региональными изменениями климата (Оценки..., 1992). Произошедшие в последнее время изменения температурного режима и количества осадков, оказали определенное воздействие на состояние наземных и водных экосистем (Многолетняя динамика..., 2002; Menzel, 2000; Houghton et al., 2001; Green et al., 2003; Parmesan, Yohe, 2003; Robinson et al., 2005). Изменения окружающей среды, особенно в постиндустриальный период, могут приводить к серьезным экологическим и хозяйственным последствиям (Осипов, 2001; Бобылев, Грицевич, 2005; Holliday, 2004). Это диктует необходимость проведения работ направленных на изучение механизмов адаптаций и устойчивости экосистем к постоянно меняющимся условиям среды, особый интерес представляет изучение реакций лесных экосистем на климатические изменения (Kullman 1990; Körner 1999; Holtmeier 2003).

Дендроклиматический анализ, т.е. метод анализа временных рядов или серий календарно датированных годовых слоев деревьев (Ваганов, и др., 1996), позволяет получить ответ на большой спектр вопросов, связанных с динамикой леса, реконструкцией и прогнозированием природно-климатических изменений. Применительно к конкретным климатическим условиям Среднего Поволжья, в зоне контакта смешанных и широколиственных лесов востока Русской равнины, проблема изменчивости радиального прироста основных видов деревьев в связи с природно-климатическими факторами остается нерешенной. Представляется важным выявить тенденции изменений параметров климата и связанных с ними реакций лесных сообществ на региональном уровне как отражение глобальных перестроек природной среды.

Цель работы: Анализ изменчивости радиального прироста основных видов деревьев Среднего Поволжья в связи с динамикой природно-климатических факторов.

Задачи исследования:

1. Построить древесно-кольцевые хронологии по ширине годового кольца для различных видов деревьев, произрастающих в разных условиях местообитаний и районов. Получить статистическую характеристику этих хронологий.
2. Выявить основные климатические и гелиогеофизические факторы, определяющие величину радиального прироста деревьев. Показать специфичность влияния погодных условий в зависимости от условий местообитаний.
3. Оценить характеристики кратко- и долговременных колебаний прироста (спектральный анализ). Выявить пространственные связи между приростом деревьев из различных районов Среднего Поволжья.

4. Установить влияние интенсивности плодоношения на радиальный прирост деревьев.
5. Изучить историческую древесину г. Казани, проанализировать диапазон и тенденции радиального прироста деревьев за последние 350 лет.

Научная новизна. Впервые для Среднего Поволжья по основным лесообразующим видам построены древесно-кольцевые хронологии максимальной длительности. Установлены основные биотические и абиотические факторы, определяющие величину радиального прироста деревьев. Оценена роль метеорологических параметров в формировании величины радиального прироста деревьев. Показана специфичность влияния метеорологических параметров в зависимости от условий местообитаний. Для анализа прироста деревьев в прошлом изучена историческая древесина г. Казани.

Практическая значимость. Созданные древесно-кольцевые хронологии являются основой для продолжения работы по созданию более длительных (300-400 лет) хронологий. Полученные данные могут быть полезны для построения общих концепций развития лесных экосистем в прошлом и настоящем, а также для отраслей сельского и лесного хозяйства, где требуется учитывать частоту экстремальных климатических явлений. Древесно-кольцевые хронологии могут быть использованы историками и археологами с для датировки исторической древесины, а также судебными экспертами для датировки событий связанных с повреждением древесины. Древесно-кольцевые хронологии полученные автором помещены в Банк данных российских хронологий древесных колец [http://: www.ipae.uran.ru/dendrochronology](http://www.ipae.uran.ru/dendrochronology).

Научные положения, составляющие предмет защиты:

1. Статистические показатели определенной части полученных древесно-кольцевых хронологий свидетельствуют об их надежности для индикации условий произрастания древесной растительности Среднего Поволжья.
2. Одним из главных лимитирующих факторов, определяющих величину радиального прироста деревьев Среднего Поволжья, является режим увлажнения первой половины сезона вегетации (май-июнь). Независимо от условий местообитаний деревья отрицательно реагируют на недостаточное увлажнение первых месяцев вегетации.
3. Циклическая структура древесно-кольцевых хронологий отражает специфику лесорастительных условий произрастания деревьев, режима увлажнения Среднего Поволжья и динамику солнечной активности.
4. Процессы взаимоотношения прироста и плодоношения у древесных растений взаимосвязаны и обусловлены влиянием климатических факторов.
5. Наблюдаемые изменения регионального климата последних десятилетий положительно повлияли на годичный радиальный прирост деревьев.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на международной научно-технической конференции молодых ученых (Пермь, 2003); VI республиканской научной конференций “Актуальные

экологические проблемы РТ” (Казань, 2004); “Краеведческие чтения, посвященные 135-летию О-ва естествоиспытателей при КГУ и 110-летию М.Г. Худякова” (Казань, 2004); научных чтениях “Проблемы использования воспроизводства и охраны лесных ресурсов Волжско-Камского региона” (Казань, 2004); II Всероссийской научной конференции “Принципы и способы сохранения биоразнообразия” (Йошкар-Ола, 2006).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ.

Личный вклад автора. Научное обоснование, реализация методики исследований, закладка пробных площадей, сбор полевого материала, камеральная обработка и анализ полученных данных выполнены автором самостоятельно.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, восьми глав, выводов и списка литературы. Общий объем диссертации 150 страниц, в том числе 25 таблиц, 30 рисунков, 20 страниц списка литературы, включающего 188 отечественных и 59 иностранных источников.

Благодарности: Автор искренне благодарен Валерию Семёновичу Мазепе и Олегу Васильевичу Аськееву, без которых данная работа не состоялась бы. За ценные советы и участие хочется выразить благодарность своим коллегам, сотрудникам лаборатории биомониторинга ИнЭПС АН РТ, сотрудникам лаборатории дендрохронологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург), а также отдельное спасибо И.В.Аськееву, О.В. Бакину, С.М. Окуловой и Г.В. Сонину.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Принципы и достижения дендрохронологии (состояние вопроса)

В главе приводится обзор работ, посвященных исследованиям изменчивости радиального прироста деревьев в связи с природно-климатическими факторами в России и за рубежом.

Анализ имеющихся литературных источников показывает, что сведений об изменчивости радиального прироста основных видов древесных растений в ответ на действие природно-климатических факторов в условиях Среднего Поволжья, явно недостаточно.

Рассмотрены теоретические основы и принципы дендрохронологии и дендроклиматологии как методов исследований (основные цитируемые источники: Шиятов, 1973; Fritts, 1976; Ваганов и др., 1996; Методы дендрохронологии, 2000).

Глава 2. Природно-климатические условия района исследований

В главе дано краткое описание физико-географического положения, рельефа, климатических условий и почвенно-растительного покрова района исследований.

Описание выполнено на основании следующих основных источников: Ступишин, 1964; Колобов, 1968; Порфирьев, 1975; Зеленая книга ..., 1993; Сосудистые растения ..., 2000.

Глава 3. Материалы и методы

В качестве объекта исследования были выбраны основные лесообразующие виды деревьев региона - сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), ель финская (*Picea x fennica* (Regel) Kom.), или гибридная,* дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) и липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). Отбор объектов проводили по трем основным критериям: широкая распространенность вида, наличие старовозрастных деревьев и хорошая “читаемость” годовичных слоев древесины.

Сбор полевого материала проводился с 43 пробных площадок заложенных на территории Республики Татарстан и Марий-Эл (рис.1).

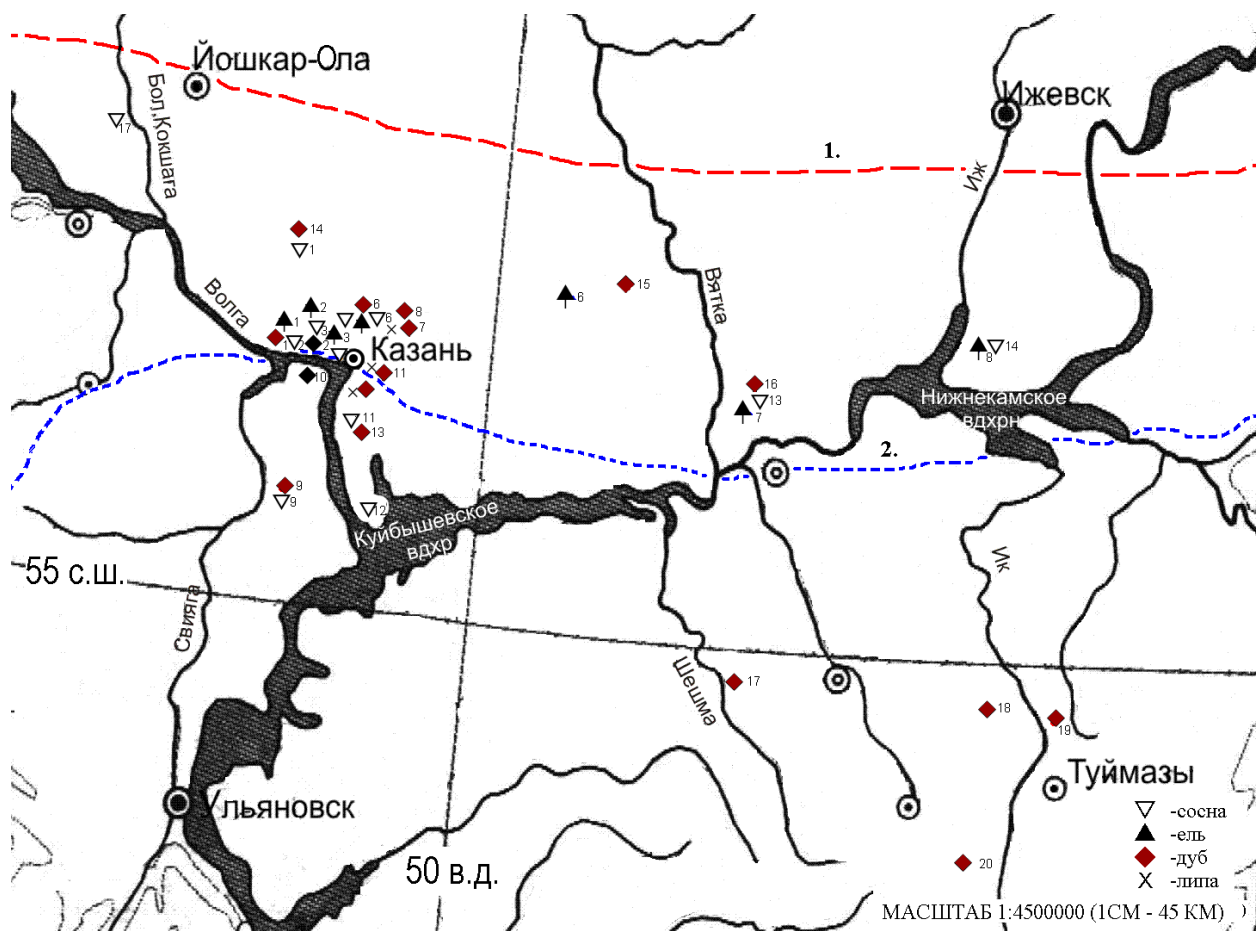


Рис. 1 Карта-схема расположения пробных площадок для различных пород деревьев. 1. Северная граница распространения дуба черешчатого (плакор). 2. Южная граница современного распространения ели финской.

Прим. * - Отдельные особи *P. x fennica* в западной части территории исследования по внешним признакам близки к *P. abies* (L.) Karst. – ели европейской, тогда как популяции вида на востоке сходны с *P. obovata* Ledeb. – ели сибирской (Правдин, 1975).

При отборе пробных площадок для дендроклиматических исследований выбирались, во-первых, древостои естественного происхождения и, во-вторых, выбирались модельные деревья, на прирост которых неклиматические факторы оказывали бы возможно меньшее влияние.

Отбор образцов древесины проводился в виде кернов посредством возрастного бурава на высоте 0,5-1,3 м по одному случайному радиусу с дерева, а также в виде поперечных спилов с остатков отмерших деревьев (сухостой, валежник) и со строительных бревен деревянных построек XIX в. г. Казани.

В лабораторных условиях была произведена подготовка образцов к измерениям по общепринятой методике (Методы дендрохронологии, 2000). Ширина годичных колец измерялась под бинокулярным микроскопом МБС-10 с точностью до 0,025 мм. По данным измерений строились графики абсолютного радиального прироста, которые использовались для точной абсолютной датировки годичных колец при помощи метода перекрестной датировки (Douglass, 1919). Качество датировки оценивалось с помощью программы COFECNA (Holmes, 1995). Наличие ложных и выпадающих колец выявлялось в программе TSAP 3.0 (Rinn, 1996).

Индексы прироста – относительные величины (%), показывающие отклонение абсолютного прироста от многолетней тенденции, вычисляются путем деления толщины годичного слоя каждого года на его среднее значение данного биологического возраста, тем самым убирается возрастная тренд и тренд в дисперсиях. Индексация ширины годичных колец проводилась для каждой индивидуальной хронологии с помощью сплайн-функций в программе TREND (Rimer, 1991). Обобщенные ряды, характеризующие основные черты изменчивости прироста на каждом участке, были построены путем расчета взвешенных средних в программе ARSTAN (Cook, 1985). В результате было построено 50 обобщенных древесно-кольцевых хронологий первого и второго порядка, которые характеризуют один тип условий местообитаний. Больше всего хронологий (20 из 50) получено по дубу черешчатому, по сосне обыкновенной – 17 обобщенных хронологий, по ели финской – 8 и липе мелколистной – 5. Для оценки изменчивости индексов прироста использовались традиционные статистические характеристики: стандартное отклонение и коэффициент чувствительности (Шиятов, 1986). Для установления связей между хронологиями вычислялся коэффициент корреляции (R) и синхронности (S) в программе SIMILA, разработанной В.С. Мазепой. Статистическую связь между индексами прироста деревьев и климатическими показателями выявляли при помощи метода ранговой корреляции Спирмена в программе PAST (Hammer et al., 2003) и расчета функции отклика (Fritts, 1976) в программе RESPO (Lough, 1983). Для анализа привлекались метеорологические показатели (осадки и температура) по таким станциям, как Казань-Университет, Ижевск и Туймазы. Методом Уарда проводился кластерный анализ, реализованный в стандартном пакете STATISTICA 5.5 (Боровиков, 1997). Для выявления циклических компонент изменчивости прироста древесно-кольцевых хронологий использовалась программа SPECTR (Mazera, 1990). Для установления различий в темпах роста

деревьев за два периода времени (до и после -1940 года) использовали t-тест в программе SPSS 8.0 (SPSS Inc. 1998). Для анализа связей радиальных приростов древесных растений с интенсивностью плодоношения привлекались многолетние ряды (1948-2004 г.) по урожайности дуба и ели (в баллах по шкале Каппера). Использовались данные по лесам Приказанья и данные Летописи Природы Волжско-Камского заповедника (ВКГПБЗ) (Напалков, 1964,1970; Askeyev et al., 2004). Особенности прироста деревьев в пределах 11-летнего солнечного цикла выявляли с помощью метода “наложенных эпох” (Чижевский, 1973).

Глава 4. Изменчивость радиального прироста деревьев

Анализ длительности хронологии разных видов деревьев показал, что сосна обыкновенная является наиболее возрастным деревом для нашего региона исследования, возраст которой достигает 300 лет (бассейн р. Большая Кокшага).

Избранные статистические характеристики абсолютных значений прироста хвойных и лиственных пород деревьев представлены в таблице 1. Наибольшие колебания средней и максимальной ширины годичных колец характерны для сосны и дуба.

Таблица 1. Статистические характеристики древесно-кольцевых хронологий

Средняя ширина кольца, мм	Стандартное отклонение	Максимальное кольцо, мм (среднее по всем хронологиям)	Автокорреляция I - го порядка	Коэффициент чувствительности
Сосна суходольных участков				
1,17	0,53	3,48	0,76	0,25
Сосна заболоченных участков				
0,66	0,35	2,57	0,72	0,26
Ель				
1,42	0,62	3,92	0,68	0,27
Дуб				
1,41	0,57	3,52	0,65	0,25
Липа				
1,56	0,76	4,33	0,65	0,32

Вклад условий роста предыдущих лет на прирост текущего года четко прослеживается у всех хронологий изучаемых видов деревьев. Самые высокие показатели автокорреляции I-го порядка характерны для хронологии по сосне (до 0,76). Причиной высоких значений является сильное влияние условий роста в предшествующие годы.

Для хронологий характерны низкие коэффициенты чувствительности. Средняя величина коэффициента чувствительности по всем рядам составляет 0,25. Самые высокие показатели имеют хронологии по липе (0,32), а самые низкие – хронологии по дубу (0,24) и сосне (0,25). Показатели по ели занимают промежуточное положение (0,27).

Проведенный кластерный анализ показал, что изучаемые хронологии хорошо отражают географическую структуру расположения участков, что свидетельствует о наличии четко выраженных региональных и видовых особенностей прироста деревьев. Дистанция между классами характеризует региональные отличия между группами участков. Таким образом, полученные данные позволяют выделить несколько групп хронологий схожих по динамике прироста.

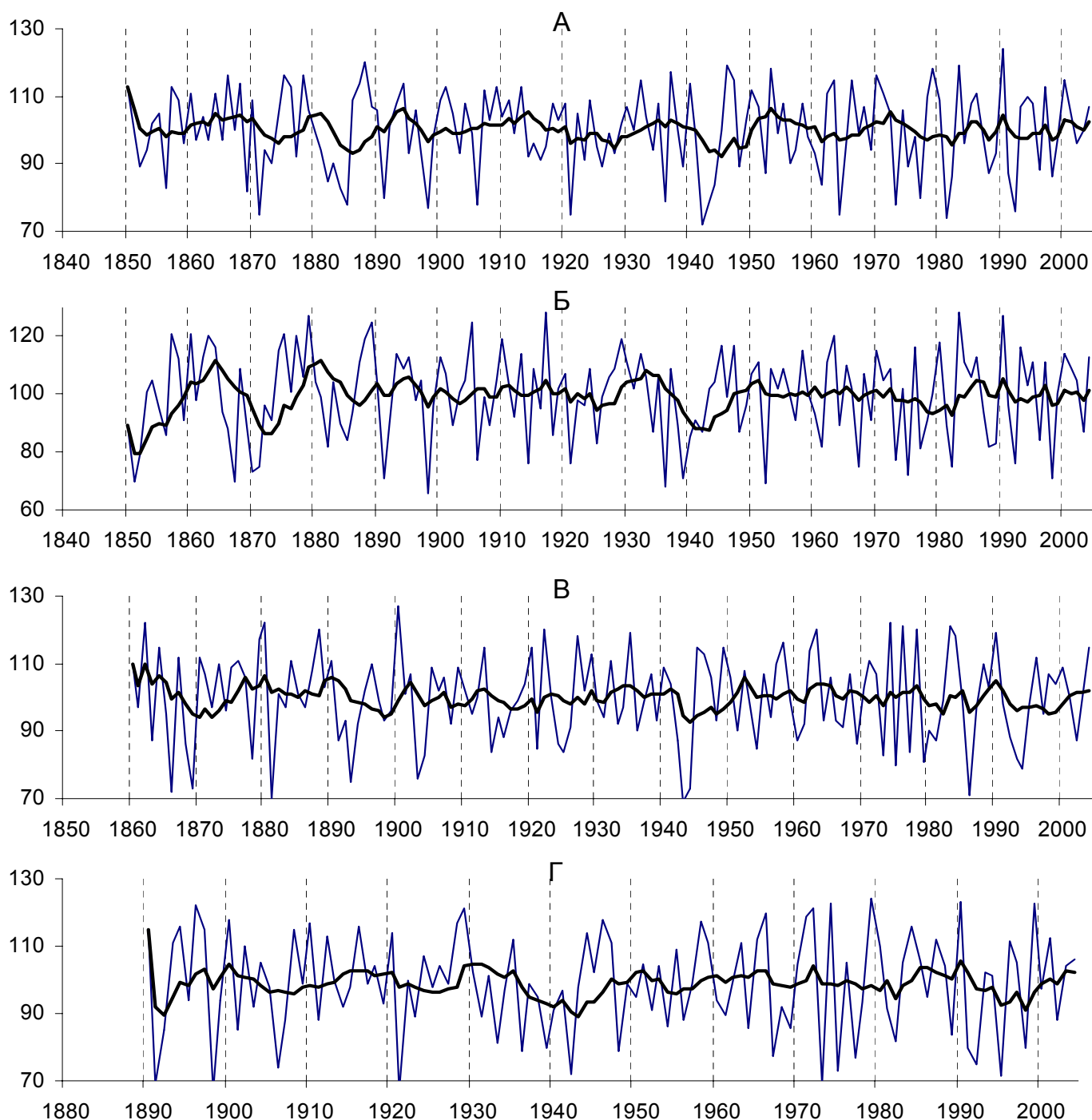


Рисунок 2. Динамика индексов прироста генерализованных рядов по сосне (А), ели (Б), дубу (В) и липе (Г). Жирная линия – 8-летнее сглаживание рядов.

В результате объединения хронологий по отдельным участкам, схожим по динамике прироста, были получены генерализованные хронологии первого порядка по сосне, ели, дубу и липе, характеризующие изменчивость прироста деревьев на территории вокруг г. Казани в радиусе 50 км (рис. 2). Каждая из хронологий базировалась на измерениях более чем 65 образцов древесины.

Длительность хронологий сосны (А) и ели (Б) составляет 154 года (1850-2004); дуба (В) – 145 лет (1860-2005) и липы - 115 лет (1890-2005). Коэффициенты чувствительности и стандартные отклонения имеют невысокие показатели. Высокая корреляция и синхронность наблюдается только между сосной и елью ($R=0,59$, $S=70\%$). Для сосны и ели установлены надежные “реперные” годы с минимальным приростом: 1856, 1891, 1898, 1906, 1921, 1936, 1942, 1952, 1964, 1973, 1975, 1977, 1992, 1998, 2002; с максимальным – 1866, 1879, 1889, 1917, 1945, 1963, 1976, 1979, 1983, 1990, 2000. Для дуба выделяются следующие годы минимального прироста: 1866, 1869, 1881, 1893, 1903, 1925, 1943-44, 1954, 1966-67, 1969, 1973, 1977, 1979, 1986, 1993-94, 2002; максимального прироста – 1862, 1876, 1880, 1888, 1900, 1922, 1927, 1935, 1945, 1949, 1963, 1976, 1978, 1983, 1990. Для липы получены следующие годы минимального прироста: 1891, 1898, 1921, 1942, 1967, 1973, 1995; и максимального прироста: 1896, 1929, 1946, 1958, 1979.

Обобщенные древесно-кольцевые хронологии для отдельных, особенно соседних участков (в пределах одной лесорастительной зоны), показывают высокую корреляцию (от 0,50 до 0,72) и синхронность (от 71 до 82%), а также достаточно хорошо перекрестно датируются. Степень синхронности снижается лишь при удалении пунктов друг от друга на расстояние более 100 км. Хронологии по хвойным породам в условиях их совместного произрастания показывают между собой достаточно высокую корреляцию (R до 0,61, S до 76%). Однако связь между хронологиями во времени оказалась непостоянной (рис. 3). У деревьев отмечается постепенное увеличение связей прироста, начиная с 1920-х гг. и по настоящее время. Это свидетельствует о том, что их прирост в настоящий период времени во многом определяется общими факторами.

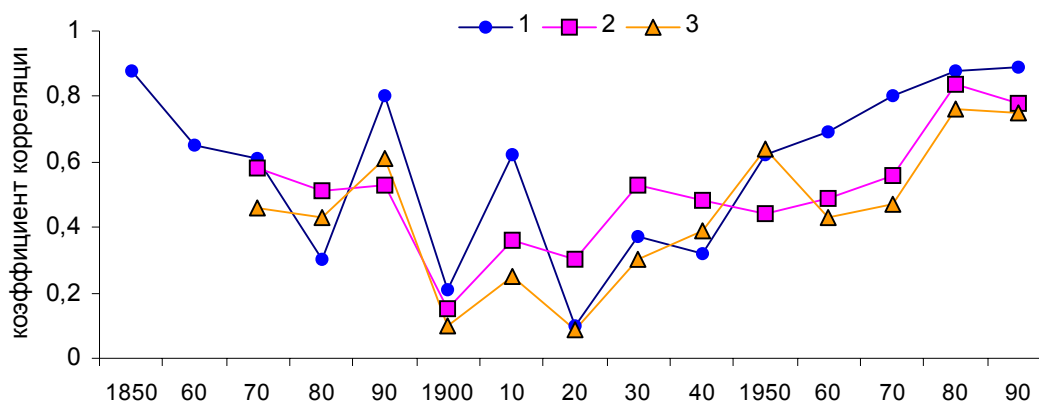


Рисунок 3. Коэффициенты корреляции между приростом сосны и ели в условиях их совместного произрастания: 1-Раифский лес (ВКГПБЗ), 2-Зеленодольское л-во, 3-Высокогорское л-во.

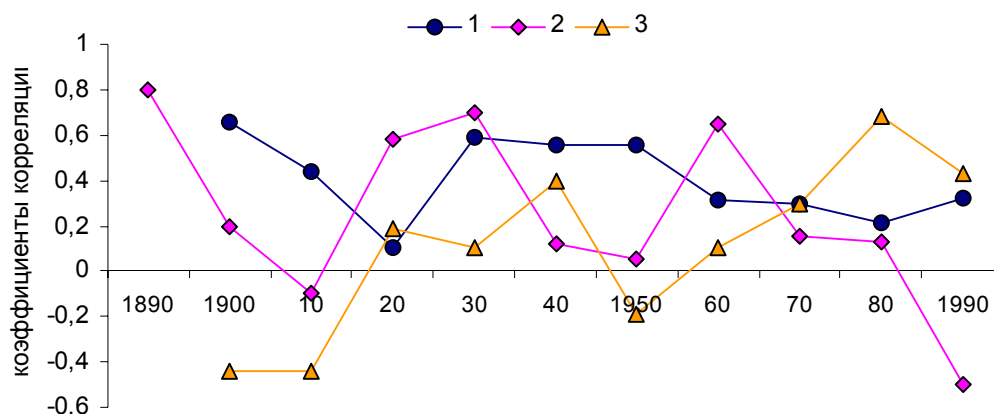


Рисунок 4. Коэффициенты корреляции между приростом дуба и липы в условиях их совместного произрастания : 1-Высокогорское л-во, 2-ЦПКиО им. Горького (Казань), 3-Столбищенское л-во.

Для дуба и липы в условиях их совместного произрастания характерны низкие значения корреляции (до 0,39), а в отдельные десятилетия даже отрицательные (рис. 4). Причиной низкой связи между приростом у лиственных видов является то, что ход нормального роста дуба нарушался действием экстремальных холодных зим прошлого столетия (1941/42, 1978/79 гг.).

Анализ циклических колебаний индексов прироста древесно-кольцевых хронологий изученных видов деревьев показал, что выделяются до 8 значимых циклов длительностью от 2,0 до 23 лет. Общими в изученных древесно-кольцевых хронологиях являются 2,1; 2,5; 3,3; 4,2; 7,6; 11,5; 18-летние и реже – 23-летние циклы. Наиболее часто встречаются циклы в 4, 7, 18 лет у хвойных и в 3, 5, 11 лет у лиственных пород.

Глава 5. Влияние климатических факторов на динамику годичного радиального прироста деревьев

Работа проводилась на основе использования климатических данных ближайших метеостанций. В анализ были включены месячные значения климатических переменных с января по август текущего года и с сентября по декабрь предыдущего года роста дерева.

Выяснилось, что общим лимитирующим фактором, определяющим прирост деревьев в исследованном районе, является общий недостаток увлажнения при высоких температурах первой половины текущего сезона вегетации.

Влияние температурного режима на рост деревьев оказалось более сложным и разнообразным, чем влияние осадков. Наряду с отрицательным влиянием температуры лета у хвойных отмечается положительная связь с температурой весенних месяцев (апрель). Вероятно, что высокая температура апреля создает условия для более раннего начала вегетации, что положительно сказывается на формировании нормального по ширине годичного слоя. У лиственных деревьев

отмечается обратная реакция на температуру весенних месяцев (март-май). Это характерно для дуба юго-восточного района исследования. Вероятно, эти различия у хвойных и лиственных пород определяются, во-первых, спецификой видовых особенностей роста и, во-вторых, особенностями мест произрастания.

У хвойных деревьев в условиях их совместного произрастания климатический сигнал на осадки и температуру оказался более сильным у ели, чем у сосны (рис. 5). Отмеченная реакция ели на изменения климатических факторов, обусловлена тем, что исследования проводились на южной границе современного распространения этого вида.

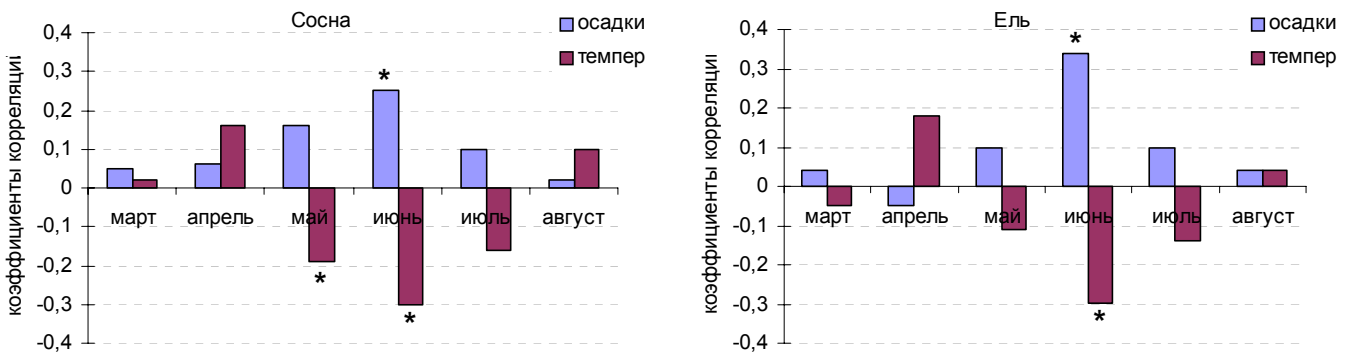


Рисунок 5. Коэффициенты корреляции прироста хвойных деревьев генерализованных хронологий со среднемесячной температурой и суммы осадков (март – август). Прим. степень достоверности: * - $p < 0,05$

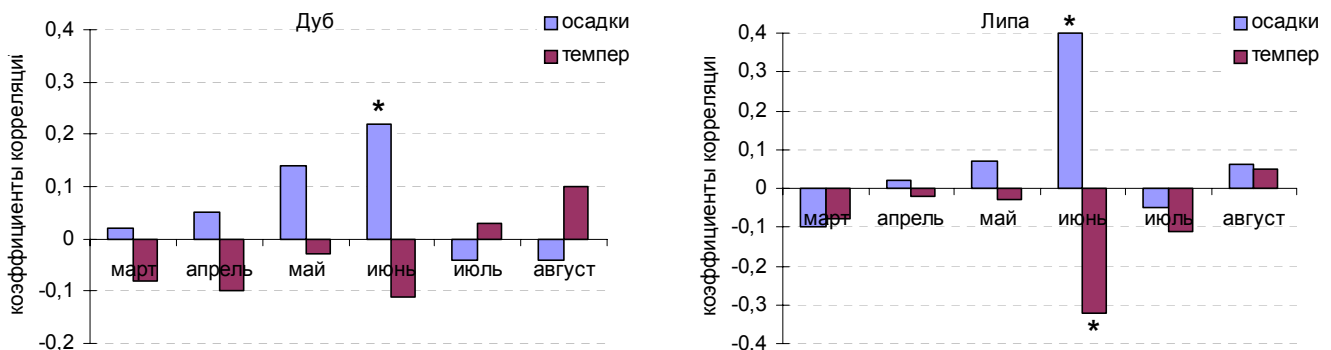


Рисунок 6. Коэффициенты корреляции прироста лиственных деревьев генерализованных хронологий со среднемесячной температурой и суммы осадков (март – август). Прим. степень достоверности: * - $p < 0,05$

У лиственных деревьев в условиях их совместного произрастания климатический сигнал в хронологиях оказался более сильным у липы, чем у дуба (рис. 6). Анализ динамики прироста липы указывает на возможность использования ее как перспективного дендрохронологического объекта, несмотря на ее произрастание в многовидовых разновозрастных древостоях, где весьма существенно влияние фитоценологических факторов.

Для большинства древесно-кольцевых хронологий характерен региональный климатический сигнал, в основном на осадки и температуру июня. Для индикации природно - климатических изменений наиболее перспективными

являются хронологии по ели южной границы современного распространения и липы зоны смешанных лесов.

На примере сосны обыкновенной представлены результаты исследований особенностей влияния климатических факторов в зависимости от условий местообитания. Предполагалось, что деревья, произрастающие на относительно сухих песчаных почвах, в жаркие годы могут страдать от засухи (Молчанов, 1952; Вихров, Протасевич, 1965; Орлов, Кошельков, 1971), тогда как на торфяниках они в большой мере страдают от избытка осадков (Оленин, 1976). Объектом исследования явились три ассоциации сосняков Волжско-Камского заповедника, различающиеся между собой условиями увлажнения – сосняк сфагновый, сосняк чернично-мшистый и сосняк лишайниковый. В целом динамика радиального прироста деревьев различных ассоциаций совпадает. Корреляционный анализ показывает, что наиболее тесная связь по приросту наблюдается у деревьев в сосняках черничном и лишайниковом ($R_s=0,45$; $p<0,000002$, $n=100$), менее в сосняке черничном и сфагновом ($R_s=0,38$; $p<0,000007$, $n=100$) и самая низкая в типах леса, резко различающихся по увлажнению, а именно между лишайниковым и сфагновым ($R_s=0,35$; $p<0,0001$, $n=100$).

Результаты исследований на территории заповедника позволили сделать вывод, что деревья независимо от условий местообитания (сухой, свежий и заболоченный) одинаково реагируют на недостаточное увлажнение первых месяцев сезона вегетации. Предположение, что дефицит осадков должен положительно влиять на прирост деревьев сфагновой сплавины, не подтвердилось. В этом экотопе летний уровень почвенно-грунтовых вод предопределяется запасом влаги в зимне-весенний период, и сумма годовых осадков имеет большее значение, чем летних. Сосна, приуроченная к эдафически экстремальным (сухим или заболоченным участкам), испытывает на себе более сильное воздействие крайних значений температур и увлажнения по сравнению с участками, благоприятными для произрастания деревьев. Цикличность в рядах прироста сосны трех ассоциаций различна и составляет от 3 до 12 лет (рис. 7).

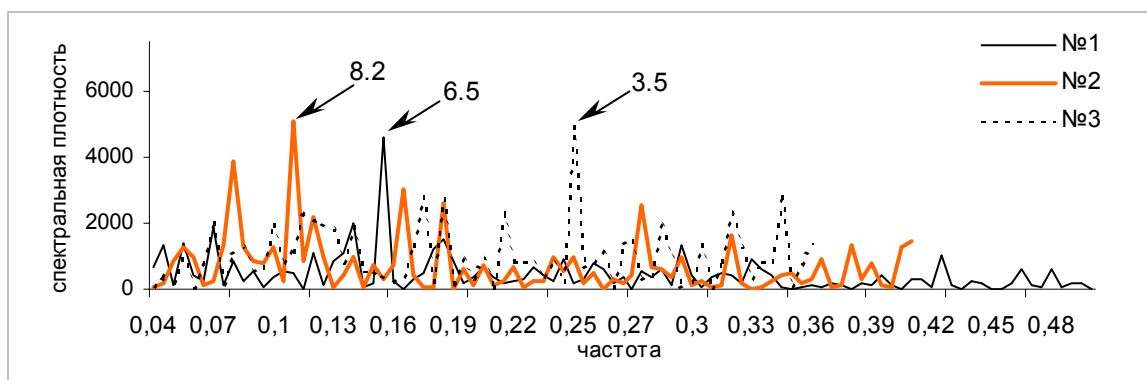


Рисунок 7. График спектральной плотности дендрохронологических рядов сосны обыкновенной (сосняк чернично-мшистый –1; сосняк сфагновый –2; и сосняк лишайниковый –3).

Небольшие циклы (от 3,5 до 6,5 лет) характерны для лишайникового и черничного типа леса, более протяжённые (до 12 лет) - для сфагнового. Циклическая структура дендрохронологических рядов практически полностью совпадает с режимом увлажнения в Среднем Поволжье. Очевидно, что цикличность обусловлена не только динамикой осадков и режимом грунтовых вод, но и ценогенезом этих ассоциаций.

Зависимость ширины годичных колец деревьев от количества влаги позволяет связать годы наиболее низкого прироста с экстремально сухими условиями произрастания. При выделении лет с минимальным приростом на каждом участке, можно установить годы, которые характеризовались минимумами прироста на относительно обширной территории. Оценка пространственного распределения таких минимумов дает возможность выявить масштабы территорий, одновременно охватываемых экстремальными климатическими явлениями. Для этой цели были использованы три древесно-кольцевых хронологии по сосне обыкновенной Среднего Поволжья (1. НП "Марий Чодра"; 2. Раифский лес (ВКГПБЗ) и 3. ГПКЗ "Кичке-Тан" (низовье р.Иж)), а также одна хронология длиной в 200 лет по Центрально-Черноземному району (Хреновской Бор), построенная С.М. Матвеевым (Дендрохронологические шкалы ЦЧР). За период с 1804 по 2002 гг. выявлено 13 лет, когда минимумы прироста наблюдались одновременно в трёх пунктах зоны Среднего Поволжья (табл.2). Минимумы прироста, наблюдавшиеся у деревьев нашего региона исследования, повторялись в основном через 7-15 лет. В проявлениях засушливых лет прослеживается географическая непрерывность. Засухи в отдельные годы: 1891, 1898, 1901, 1906, 1921, 1936, 1964, 1973 и др., вероятно всего, оказали большое влияние на древесную растительность региона исследования.

Построенная временная шкала экстремально низкого прироста деревьев сосны обыкновенной, обусловленного засухами за последние 150 лет, позволила выявить 9 лет, когда минимумы прироста регистрировались на территории Европейской части России - от Центрально-Черноземного района до Предуралья.

Таблица 2. Годы, характеризующиеся синхронными минимумами прироста сосны обыкновенной в двух и более районах

Года	1. "Марий Чодра" НП	2. Волжск.-Камский заповедник	3. "Кичке-Тан" ГПКЗ	4. Хреновской Бор (Воронеж. обл)
1804		+	+	
1823	+	+	+	
1856		+	+	+
1882	+		+	+
1883		+		
1891	+	+	+	+
1898	+	+	+	+
1901	+	+	+	+
1906	+	+	+	
1911			+	
1916	+		+	

годы	1.	2.	3.	4.
1921	+	+	+	+
1936	+	+	+	+
1942	+	+		+
1948		+		
1957	+			
1964	+	+	+	+
1973	+	+	+	
1975		+	+	+
1977	+	+		
1982	+	+	+	
1992	+	+	+	+
1996	+	+	+	+
1998	+	+	+	+
2002	+	+		

Примечание: маркером обозначены годы, когда минимумы прироста регистрировались одновременно в четырех пунктах исследования

Для проверки влияния изменений регионального климата последних десятилетий на лесные сообщества мы провели сравнительный анализ темпов радиального прироста в разные периоды времени (до и после 1940 гг.). Подразделение на два периода времени было продиктовано тем обстоятельством, что значительные изменения климата (в сторону потепления и увеличения увлажненности) проявляются с 40-х годов прошлого столетия (Переведенцев и др., 2002; Houghton et al., 2001) и продолжают по настоящее время. Методика работы была заимствована у дендрохронологов М.С. Stambaugh, R.P. Guyette, (2004). Образцы древесины отбирались у деревьев (ель, дуб и липа) старше 30 лет, из одинаковых лесорастительных условий. Измерения проводились в основном на кернах взятых у основания ствола на высоте 30-40 см. У полученного образца путем перекрестной датировки годовичных колец определялся год образования самого старого годовичного кольца, начиная с которого, вычислялись радиусы дерева в возрасте 10, 30 и 50 лет. Анализ полученных радиусов выявил различия в темпах роста деревьев между рассматриваемыми периодами. (рис. 8, на примере одного вида). Наибольшие изменения в приросте за последние два столетия, наблюдаются у ели и липы возрастом 30 и 50 лет. Так, у ели в возрасте 50 лет средний радиус до 1940 гг. равен 7,0 см, а после 1940 гг.-10,9 см, у дуба 6,3 и 7,8 см (табл.3), у липы 6,2 и 9,7 см соответственно. Такая же закономерность наблюдается у деревьев возрастом 10 и 30 лет.

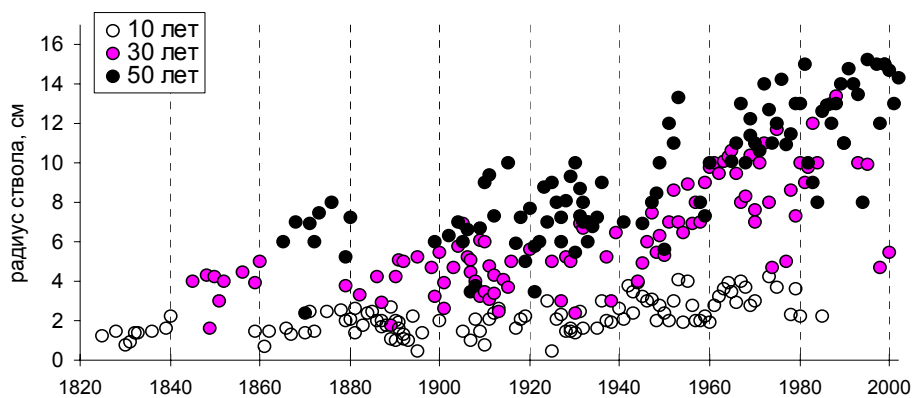


Рисунок 8. Радиусы ствола у ели возрастом 10, 30 и 50 лет (1820-2002 гг.).

Таблица 3. Статистические показатели роста дуба черешчатого за два периода времени (до и после-1940 гг.)

Возраст деревя	Периоды	n	Средний радиус (см)	Вариация	t-stat	p
10	до-1940	53	1,9	0,3	-4,3	<0,0001
	после-1940	34	2,4	0,5		
30	до-1940	38	4,3	0,9	-4,4	<0,0001
	после-1940	43	5,5	1,9		
50	до-1940	37	6,3	1,2	-3,7	<0,0003
	после-1940	43	7,8	3,7		

Предполагаем, что наблюдаемые изменения радиального прироста деревьев, результат ротаций природно-климатических условий региона исследования за последние 50 лет. Подобные тенденции наблюдаются в средних широтах Сибири (Шишов и др., 2002), Скандинавии (Hellberg, 2004), Северной Америки (Stambaugh, Guyette, 2004).

Глава 6. Связь радиального прироста деревьев с циклическими изменениями солнечной активности

Анализ прироста деревьев в пределах 11-летнего солнечного цикла с помощью метода наложенных эпох и корреляций показал, что, как правило, существует связь радиального прироста деревьев с циклическими изменениями солнечной активности (СА). Однако в различные периоды времени она может быть как положительной, так и отрицательной, а иногда может отсутствовать. Связь индексов прироста сосны и ели с числами Вольфа в 11-летнем цикле отрицательная с 11-го по 12-й цикл, у дуба с 12-го по 13-й цикл; положительная связь у хвойных деревьев с 15-го по 18-й, у дуба с 16-го по 19-й цикл. Совпадения динамики прироста с числами Вольфа (W) в 50% случаев приходится на нисходящие фазы 11-летних циклов; обнаружены видовые особенности, когда высокие значения прироста у дуба совпадают с периодами высокой активности Солнца в вековом ходе относительных чисел W. У сосны, повышенные приросты наблюдаются при ослаблении СА, а пониженные – при усилении ее, что соответствует периодам с преобладанием засушливых лет.

Глава 7. Влияние интенсивности плодоношения на формирование радиальных приростов древесных растений хвойных и лиственных пород

Наряду с внешними факторами (климат, солнечная активность) вклад в изменчивость прироста древесных растений оказывают периоды интенсивности

плодоношения (Данилов, 1953; Молчанов, 1961; Буяк, 1975; Колищук и др., 1975; Демитрова, 2000; Koenig, Knops, 1998).

Для анализа этих связей мы использовали древесно-кольцевые хронологии по дубу и ели, т.к. у этих видов более выражено чередование урожайных и неурожайных лет по сравнению с другими породами.

Установлена достоверная отрицательная связь между урожаем и приростом ели текущего года ($R_s = -0,36$, $p < 0,005$). Влияние семеношения на прирост следующего года незначительное, коэффициент корреляции недостоверен. Вместе с тем установлено, что хороший урожай шишек ели обусловлен сухой и жаркой погодой летнего периода прошлого года. Сопоставление с метеорологическими параметрами показало положительную связь с температурой августа ($R_s = 0,28$, $p < 0,03$) и отрицательную с осадками июня ($R_s = -0,34$, $p < 0,009$) предыдущего года роста.

Между индексами прироста дуба и урожайностью желудей текущего года имеется положительная статистическая связь ($R_s = 0,25$, $p < 0,05$). Более высокий коэффициент корреляции наблюдается при сопоставлении прироста с плодоношением дуба предыдущего года ($R_s = 0,29$, $p < 0,02$). Таким образом, хороший урожай желудей (от 2 до 5 баллов по шкале Каппера) будет наблюдаться в вегетационный период благоприятный и для радиального прироста деревьев, причем, после урожайного года у дуба обычно наблюдается более высокий радиальный прирост по сравнению с предыдущим годом. Вместе с тем, плодоношение дуба в значительной степени зависит от метеорологических условий весенне-летнего периода. Теплая и сухая погода с большим количеством солнечных дней способствует хорошим урожаям желудей (Напалков, 1953; Гурьев, 1970; Askeyev et al., 2005).

Полученные результаты по ели и дубу обнаруживают сложные взаимодействия внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на прирост деревьев.

Глава 8. Изучение исторической древесины г. Казани

Оценен диапазон и тенденции изменчивости радиального прироста деревьев по данным исторической древесины с целью воссоздания общей картины изменений природной обстановки региона в прошлом. Казань является уникальным городом, где сохранилось относительно большое количество этой древесины, и до настоящего времени она не подвергалась изучению и безвозвратно терялась.

На основе обработки датированных образцов древесины с 7 объектов: ул. Кирова 19; 27 и 27а; ул. Межлаук 5; ул. Гладилова 31; ул. Галактионова 6; Покровская церковь (ул. Старая 17) была построена древесно-кольцевая хронология сосны обыкновенной за период с 1630 по 1850 г. (рис. 10).

У полученной хронологии выделяются следующие периоды подъема прироста: 1632-1669, 1670-1704, 1705-1727, 1730-1768, 1779-1798, 1801-1822; спада: 1652-1680, 1683-1715, 1716-1740, 1742-1786, 1787-1810 гг. Периоды повышения или понижения прироста составили от 22 до 42 лет. Спектральным

анализом было установлено, что в ряду имеются циклы с пиками: 6.5, 10.4, 25, 35.7 лет.

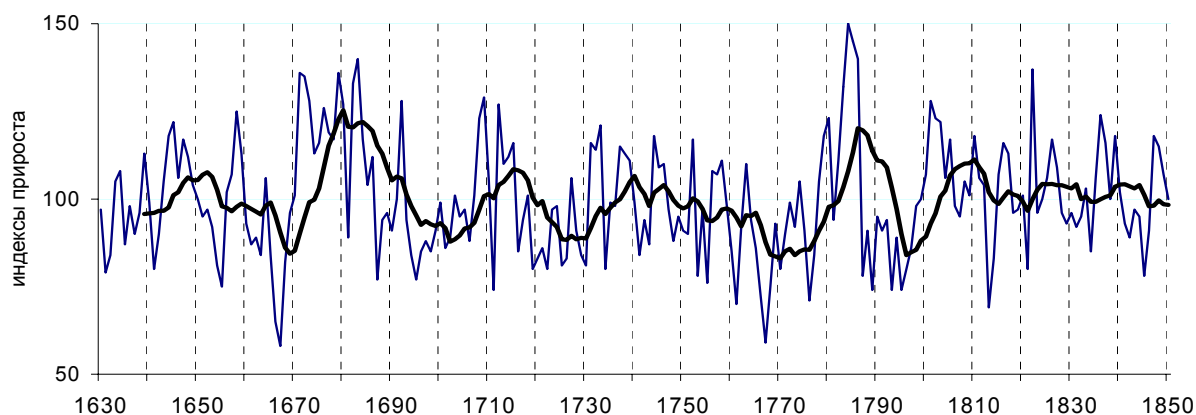


Рисунок 10. Древесно-кольцевая хронология сосны обыкновенной (по данным исторической древесины г. Казани), Жирная линия – 10-летнее сглаживание индексов прироста.

Наиболее крупное снижение прироста у деревьев приходится на середину XVIII столетия. Это связано с неблагоприятными природно-климатическими условиями того времени, называемого “малым ледниковым периодом” (Борисенков, Пасецкий, 1988; Jones, Bradley, 1992; Aber, 2000).

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Для региона Среднего Поволжья построено 50 древесно-кольцевых хронологий различной длительности, в том числе по сосне – 17, по ели – 8, по дубу – 20, липе – 5. На территории исследования произрастают старовозрастные деревья (сосна, дуб), датирующиеся XVIII веком, что позволило построить хронологии длительностью в 285 лет.
2. Обобщенные древесно-кольцевые хронологии по одному виду древесных растений для соседних участков показывают высокую достоверную корреляцию и синхронность между собой, а также хорошо перекрестно датируются. Для хвойных видов свойственны более высокие коэффициенты корреляции, чем для лиственных.
3. Процесс прироста деревьев носит полициклический характер. Наиболее часто встречаются циклы в 4, 7, 18 лет у хвойных и в 3, 5, 11 лет у лиственных пород.
4. Радиальный прирост деревьев различных районов и местообитаний лимитируется недостатком увлажнения первой половины вегетационного периода, т.е. количеством атмосферных осадков.
5. Для индикации природно-климатических изменений наиболее перспективными видами являются сосна обыкновенная сухих и заболоченных местообитаний, ель финская южной границы ареала и липа мелколистная зоны смешанных лесов.

6. Установлена связь прироста деревьев с циклическими колебаниями солнечной активности. Она имеет разнонаправленный характер: у дуба черешчатого периоды высокой активности Солнца (в вековом ходе чисел Вольфа) вызывают повышенный прирост, а у хвойных пониженный; при ослаблении солнечной активности значения прироста у дуба низкие, а у хвойных повышенные.
7. Обнаружены достоверные связи между приростом и интенсивностью плодоношения у ели финской и дуба черешчатого за период с 1948 по 2003 гг. Формирование годичного прироста и плодоношение у древесных растений взаимосвязаны. Однако, эти процессы в свою очередь определяются и находятся под контролем климатических факторов.
8. Наблюдаемые современные (за последние 50 лет) изменения климата в нашем регионе обнаруживают положительное его влияние на годичный прирост у деревьев.
9. За последние 350 лет установлены основные периоды падения и повышения прироста у сосны обыкновенной (данные исторической древесины г. Казани). Период наиболее глубокого падения прироста деревьев приходится на середину XVIII столетия, что связано с неблагоприятными природно-климатическими условиями того времени, с так называемым “малым ледниковым периодом”.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Тишин Д.В.** Исследование динамики индексов прироста сосны обыкновенной в условиях Среднего Поволжья дендроклиматическим методом / Д.В. Тишин // Экология и научно-технический прогресс (Материалы Второй международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых). Пермь, 2004. с. 30-31.
2. **Тишин Д.В.** К изучению исторической древесины г. Казани / Д.В. Тишин // Краеведческие чтения, посвященные 135-летию Об-ва естествоиспытателей при КГУ и 110-летию М.Г. Худякова.- Казань: РИЦ “Школа”, 2004.- С. 175-176.
3. **Тишин Д.В.** Дендроклиматология сосны обыкновенной в условиях Среднего Поволжья / Д.В. Тишин // Краеведческие чтения, посвященные 135-летию Об-ва естествоиспытателей при КГУ и 110-летию М.Г. Худякова. - Казань: РИЦ “Школа”, 2004.- С. 244-246.
4. **Тишин Д.В.** Многолетняя динамика радиального прироста сосновых насаждений зеленой зоны г. Казани / Д.В. Тишин // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: Тезисы докладов VI республиканской научной конференции. - Казань: Отечество, 2004.- С. 217.
5. **Тишин Д.В.** Динамика радиального прироста дуба черешчатого в период 1940 по 2003 г. / Д.В. Тишин // Проблемы использования воспроизводства и

охраны лесных ресурсов Волжско-Камского региона (Материалы научных чтений, посвященных 75-летию А.И. Мурзова).-Казань, 2004.- С. 263-267.

6. **Тишин Д.В.** Особенности радиального прироста сосны (*Pinus sylvestris* L.) Раифского участка Волжско-Камского заповедника / Д.В. Тишин, О.В. Аськеев, И.В. Аськеев // Труды Волжско-Камского гос. природ. зап.- 2005.- № 6.- С. 192-197.
7. Askeyev O.V. The effect of climate on the phenology, acorn crop and radial increment of pedunculate oak (*Quercus robur*) in the Middle Volga region, Tatarstan, Russia / O.V. Askeyev, **D.V. Tishin**, T.H. Sparks, I.V. Askeyev // Intern. J. Biometeorology.- 2005.- V.49.- P. 262-266.
8. **Тишин Д.В.** Влияние экстремальных климатических явлений на формирование минимумов прироста сосны (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Среднего Поволжья / Д.В. Тишин // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Сб. материалов II Всероссийской научной конференции. - Йошкар-Ола: Мар. Гос. ун-т. 2006. - С. 50-51.