

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта УрО РАН 18-4-4-29 «Зональные закономерности бюджета углерода в листовенно-хвойных экосистемах европейского Северо-Востока».*

#### **Литература**

1. Абдусаматов Х. Солнце определяет климат // Наука и жизнь, № 1. 2009. С. 34–42.
2. Борисенков Е. П., Дроздов О. А., Полозова Л. Г., Шнитников А. В., Ващалова Т. В. Колебания климата за последнее тысячелетие. Л., 1988. 408 с.
3. Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. М., 1973. 270 с.
4. Большая энциклопедия природы от А до Я. Вода и воздух. М., 2002. 190 с.
5. Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера / Под ред. К. С. Бобковой, Э. П. Галенко. СПб., 2001. 280 с.
6. Сенькина С. Н. Водный режим сосны и ели в фитоценозах Севера. Екатеринбург, 2013. 103 с.

### **ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ**

*А. И. Гантулазянов, Д. В. Тишин*

*Казанский федеральный университет, azat\_gaptulazyanov@mail.ru*

Дендрохронологические методы в настоящее время широко используются для датировки и реконструкции многих природных явлений и процессов, которые оказывают существенное влияние на функционирование, продуктивность и динамику лесных экосистем. Достоинствами этих методов являются высокая разрешающая способность (датировка событий производится с точностью до года и даже сезона), возможность получения длительных (сотни и тысячи лет) и однородных рядов наблюдений. Широкому использованию дендрохронологических методов способствует также то обстоятельство, что древесные растения произрастают почти повсеместно в пределах зон умеренного и холодного климата, т. е. в районах, где выражена смена сезонов года и у деревьев формируются хорошо различимые годичные слои прироста [1].

Изучение зависимостей годичного радиального прироста деревьев от внешних условий остаётся важнейшей задачей, стоящей перед дендроклиматологией. Фитоценотическая среда способна воздействовать на колебания годичного прироста, нивелируя влияния внешних воздействий, однако зависимость прироста от атмосферных климатических факторов остаётся неизменной, независимо от произрастания и положения в фитоценозе [2]. Таким образом, исследование связи между радиальным приростом и метеорологическими факторами представляется весьма актуальной задачей.

В нашей работе была предпринята попытка определить основные климатические показатели, оказывающие значительное влияние на радиальный прирост пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) на южной границе лесной зоны. Поэтому, целью нашего исследования явилась оценка влияния природно-

климатических факторов на годичный радиальный прирост пихты сибирской, произрастающей на южной границе ареала.

Дендрохронологические исследования проводили в липняке снытевом (9Л1Пх) на территории национального парка «Нижняя Кама» (Челнинское лесничество, кв. 29). Керны отбирали возрастным буром Пресслера на высоте 1,3 м от шейки корня у 10 пихт по методике, описанной в работе [3]. В лабораторных условиях керны наклеивали на деревянную подложку, а затем их поверхность тщательно зачищали опасной бритвой. Затем проводили предварительную датировку и маркировку колец. Ширину годичных колец измеряли на полуавтоматической установке Lintab с точностью 0,01 мм [4]. Качество датировки, а также поиск ложных и выпадающих колец оценивали с помощью программы Cofecha [5]. Для удаления возрастного тренда и осреднения серий в безразмерные хронологии использовали программу Arstan [6]. Возрастной тренд удалялся с помощью отрицательной экспоненты, отрицательного линейного тренда и функции Хугерсхофа. Индексированные значения получались делением значения ширины кольца в каждый год на значение аппроксимирующей функции в этот год. Для анализа климатического отклика использовалась стандартная хронология. Для выявления основных климатических факторов, определяющих прирост пихты исследуемого района, были использованы данные по среднемесячной температуре воздуха и количеству осадков метеостанции Елабуга, расположенной в 50 км от пробной площадки ([www.meteo.ru](http://www.meteo.ru)). Динамика связи радиального прироста деревьев с погодными факторами была проанализирована с помощью ранговой корреляции Спирмена в программе Past ver. 3.3[7].

Подсчет годичных колец выявил, что максимальный возраст деревьев составил 103 года, а минимальный – 41. Средний прирост годичных колец составил – 1,6 мм. На основании хронологий прироста модельных деревьев пробной площади была получена одна обобщенная древесно-кольцевая хронология НКАМ02 (рис.).

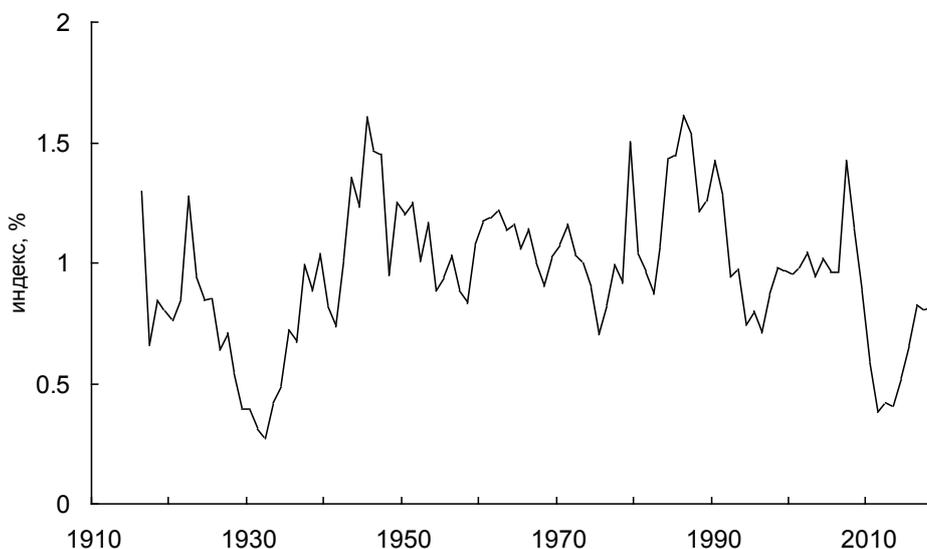


Рис. Обобщенная хронология НКАМ02 по пихте сибирской (1916–2018 гг.)

Так, в построенной хронологии были выявлены годы с минимальным приростом: 1932, 1975, 1996, 2011 (последствия засухи 2010 года); и с максимальным: 1945, 1979, 1986, 1990 и 2007. Цикличность радиального прироста пихты составила около 4–5 лет.

Для выявления реакции прироста пихты на климатические факторы провели корреляционный анализ индекса прироста со среднемесячной температурой и с количеством осадков за период с 1990 по 2017 гг. Корреляционный анализ показал, что существует статистически значимый положительный отклик радиального прироста пихты на количество осадков мая ( $R = 0,56$ ;  $p = 0,002$ ) и на среднемесячную температуру января ( $R = 0,48$ ;  $p = 0,009$ ). Также обнаружен слабый отрицательный отклик на температуру мая ( $R = -0,41$ ;  $p = 0,03$ ). Таким образом, высокий прирост годичных колец будет наблюдаться в условиях холодно-влажной весны и теплой зимы.

Положительная связь между приростом деревьев и количеством осадков за май указывает на большое значение почвенной влаги в начале вегетационного периода, когда происходит начало роста клеток ксилемы. Непросто объяснить положительный ответ годичных колец на температуру. Пихта сибирская является северным видом, поэтому трудно переносит жаркую и сухую погоду, однако устойчива к суровому холодному климату и низким зимним температурам.

#### Литература

1. Шиятов С. Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 137 с.
2. Оськин А. Ф., Болботунов А. А. Компьютерное моделирование годичного радиального прироста деревьев // Приоритетные направления развития науки и образования: Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., 2015. С. 269–270.
3. Шиятов С. Г. и др. Методы дендрохронологии. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
4. Rinn, F. TSAPWin – Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications, Version 0.53, User Reference. – Heidelberg, 2005. 91 p.
5. Holmes R. L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement // Tree-Ring Bulletin 1983. Vol. 43. P. 69–78.
6. Holmes R. L. et al. Users Manual for Program ARSTAN, in Tree-Ring Chronologies of Western North America: California, Eastern Oregon and northern Great Basin. by Laboratory of Tree Ring Research, The University of Arizona, 1986. P. 50–65.
7. Hammer O. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis // Palaentologia Electronica. 2001. Vol. 4. Is. 1. P. 1–9.