

**ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
*PINUS SYLVESTRIS* L. ЖИГУЛЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА  
ИМЕНИ И.И. СПРЫГИНА**

© 2018 Д.В. Тишин<sup>1</sup>, Н.А. Чижикова<sup>1</sup>, В.В. Мацковский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, г. Казань (Россия)

<sup>2</sup>Институт географии РАН, г. Москва (Россия)

Поступила 30.06.2018

В работе приведены результаты анализа динамики радиального прироста сосны обыкновенной произрастающей на западном склоне горы «Стрельная», Жигулевский заповедник (Самарская обл.). Всего было исследовано 21 дерево. Максимальный возраст сосны составил 235 лет. В радиальном приросте деревьев были выявлены циклы с периодом 17-20 лет. Обобщенная хронология радиального прироста, показала положительный отклик годовых колец на суммарные осадки февраля и августа и отрицательную реакцию на среднюю месячную температуру мая и августа.

*Ключевые слова:* сосна, годовые кольца, Жигулевский заповедник, климат.

**Tishin D.V., Chizhikova N.A., Matskovsky V.V. Dendrochronological investigations *Pinus sylvestris* L. Zhigulevsky state natural biosphere reserve.** – The paper presents the results of the analysis of the dynamics of the radial growth of the Scots pine on the western slope of the «Strelna» Mountain, Zhiguli Reserve (Samara Region). In total, 21 trees were examined. The maximum age of the pine was 235 years. Radial growth of trees revealed cycles with a period of 17-20 years. A generalized chronology of radial growth showed a positive response of annual rings to the total precipitation of February and August and a negative reaction to the average monthly temperature in May and August.

*Key words:* Scots pine, tree-ring, Zhiguli Reserve, climate.

Представляется важным выявить реакций лесных сообществ на изменение климата, на локальном уровне. Наиболее удачным объектом для оценки таких процессов являются хвойные деревья, которые благодаря своим годовым кольцам способны фиксировать различную экологическую информацию (Шиятов, 1986; Комин, 1990; Ваганов и др., 1996).

Целью нашего исследования явилась оценка влияния природно-климатических факторов на рост годовых колец деревьев, произрастающих на склонах Жигулевских гор. Данный природный объект расположен на территории Жигулевского заповедника, в лесостепной зоне Среднего Поволжья. В научной литературе

накоплен значительный фактический материал по влиянию климатических факторов на радиальный рост деревьев, тем не менее, современных сведений о приросте деревьев Среднего Поволжья, недостаточно. Из последних работ по Жигулевскому заповеднику хотелось бы отметить статью А.В. Тимофеева (2007) в которой автор изучил влияние атмосферных засух на прирост годовых колец сосны. В работе О.А. Ефимова и соавторы (2017) установлено, что для полноценного роста древесины сосны в вегетационный период необходимы продолжительные осадки и умеренные температуры. В нашей работе была предпринята попытка определить основные климатические показатели, связанных с радиальным приростом сосны обыкновенной.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2015 году Институтом географии РАН была организована экспедиция по изучению сосновых лесов Поволжья. Пробная площадь Т07S была заложена 10 августа на западном склоне

---

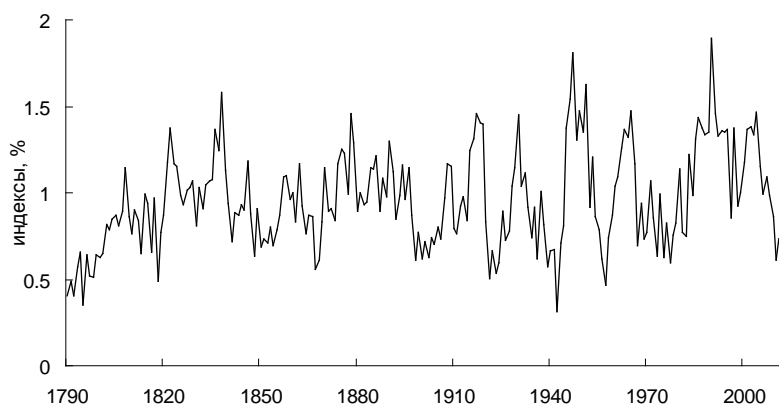
Тишин Денис Владимирович, кандидат биологических наук, dtishin@kpfu.ru; Чижикова Нелли Александровна, кандидат биологических наук, kukumarian@gmail.com; Мацковский Владимир Владимирович, кандидат географических наук, vvm5@mail.ru

горы «Стрельная» (66°40' с.ш. 34°21' в.д.) на рис.1. Отбор кернов проводился возрастным буром Пресслера на высоте 1 м от шейки корня у 21 сосны по методике, описанной в работе (Шиятов и др. 2000). Ширину годичных колец измеряли на полуавтоматической установке LINTAB с точностью 0,01 мм (Rinn, 2005). С помощью программы COFECHA (Holmes, 1983) проводился контроль качества измерений и поиск выпадающих и ложных колец. Для удаления возрастного тренда и осреднения серий в безразмерные хронологии использовалась программа ARSTAN (Holmes, 1986). 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 использовались стандартные или остаточные хронологии. Для выявления цикличности был применён вейвлет анализ.



**Рис. 1. Фотография соснового леса пробной площади T07S**

Для выявления реакции прироста сосны на климат использовали данные по среднемесячной температуре воздуха и количеству осадков метеостанции Безенчук (meteo.ru) расположенной в 52 км от пробной площадки. Динамика



**Рис. 2. Обобщенная хронология ZHI по сосне обыкновенной (1790-2014 гг.), Жигулевский заповедник**

связи радиального прироста деревьев с погодными факторами во времени была проанализирована с помощью ранговой корреляции Спирмена.

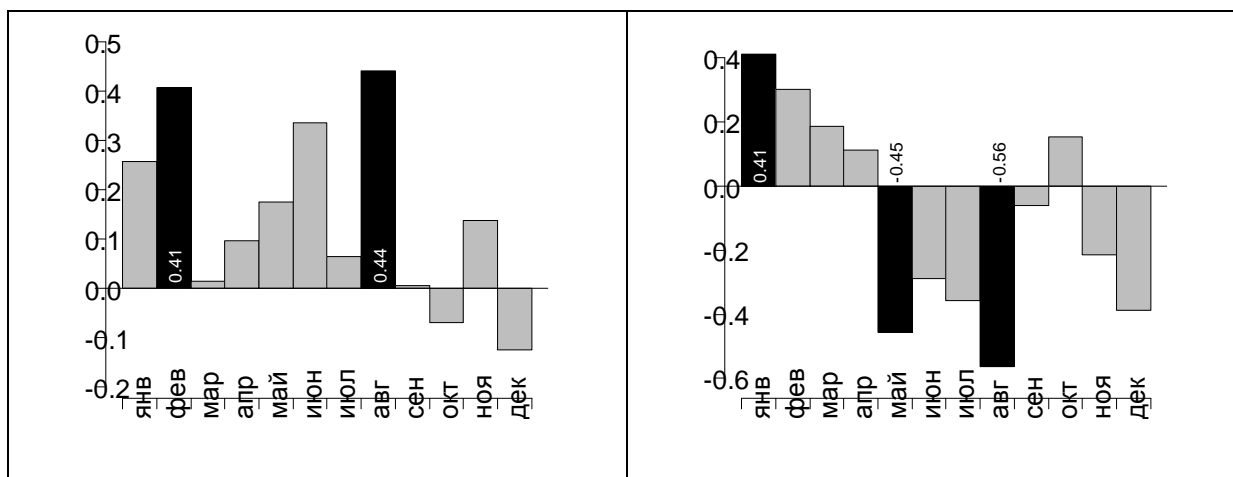
Комплексное влияние климатических факторов на радиальный прирост сосны было оценено с помощью регрессионных деревьев, использующих набор правил для определения величины прироста (Breiman, 1984). Данные модели были построены с помощью пакета gprnt в среде статистического программирования R (R Development, 2011).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Подсчет годичных колец показал, что максимальный возраст деревьев составил 235 лет. На основании хронологий прироста модельных деревьев пробной площади T07S была получена одна обобщенная хронология ZHI, длительность ряда составила 225 лет на рис. 2. В результате вейвлет анализа, в хронологии (после 1900 года) появляется выраженная периодичность с периодом колебания – 17-20 лет.

Для выявления основных климатических факторов, определяющих прирост сосны исследуемого района, был проведен корреляционный анализ индекса прироста с температурой воздуха и осадками за период с сентября предыдущего года по август текущего включительно на рис. 3. Установлен статистически значимый положительный отклик радиального прироста сосны на количество осадков февраля и августа ( $R = 0.41-0.44$ ) и отрицательный отклик на температуру мая и особенно августа ( $R = -0.56$ ).

Комплексное влияние климатических факторов на радиальный прирост сосны было оценено с помощью регрессионных деревьев, использующих набор правил для определения величины прироста. В результате были сформулированы три сценария, в результате которых формируется повышенный, средний или пониженный радиальный прирост.



**Рис. 3. Корреляция индекса обобщенной хронологии радиального прироста сосны с климатическими показателями. Осадки - слева, температура – справа. Черным цветом обозначены корреляции, статистически значимо отличающиеся от нуля при 99% уровне доверия**

Положительная связь между приростом деревьев и количеством осадков февраль, август указывает на большое значение почвенной влаги зимой и в конце вегетации. В дальнейшем физиологическая активность сосны зависит от температуры теплого периода

времени, что особенно важно в период максимального прироста деревьев.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-44-160028.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С.** Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука, 1996. 246 с.

**Ефимова О.А., Мацковский А.В., Краснобаев Ю.П., Краснобаева Т.П.** Влияние погодных условия на рост сосны обыкновенной, произрастающей в Жигулевских горах // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России: сб. материалов Всерос. науч.-практ. юбилейной конф. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С. 57-64.

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

**Тимофеев А.В.** Влияние засух на рост сосны обыкновенной в различных сосняках Жигулевского заповедника // Самарская лука. 2007. № 4. С. 810-816.

**Шиятов С.Г.** Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 137 с.

**Шиятов С.Г. и др.** Методы дендрохронологии. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.

**Breiman L. et al.** Classification and Regression Trees. Monterey, CA: Wadsworth & Brooks /Cole, 1984. 368 p.

**Holmes R.L.** Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 1983. V. 43. P. 69-78.

**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.

**R Development Core Team.** R: A Language and Environment for Statistical Computing [электронный ресурс]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2011. URL: <http://www.R-project.org>.

**Rinn, F.** TSAPWin – Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications, Version 0.53, User Reference. Heidelberg, 2005. 91 p.