

УДК 630*56 : 582.47

ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2019 П.Ю. Искандиров, Д.В. Тишин, Н.А. Чижикова

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Статья поступила в редакцию 14.01.2019

В статье приведены результаты анализа годовых колец сосны обыкновенной, произрастающей на территории Приволжской возвышенности (Тереньгульский район, Ульяновская область). Было исследовано 10 деревьев, средний возраст которых составил 157 лет, максимальный 182 года. На основании хронологий прироста модельных деревьев пробной площади была получена одна обобщенная древесно-кольцевая хронология ULN (1837-2012 гг.), длительность ряда составила 176 лет. В построенной хронологии были выявлены годы с минимальным приростом: 1839, 1891, 1921, 1943, 1984, 2010; с максимальным: 1854, 1857, 1886, 1919, 1951, 1990. Наибольший подъем роста наблюдался в 1943-1952 гг. Вейвлет анализ в хронологии выявил циклы с периодом в 13 и 20 лет. Корреляционный анализ показал положительный отклик годовых колец на осадки июня и температуру января. Чувствительность сосны Приволжской возвышенности Ульяновской области к недостатку осадков в летний период характеризует её дендроклиматический потенциал для реконструкции засух Поволжья.

Ключевые слова: сосна, годовые кольца, Приволжская возвышенность, осадки, температура.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-44-160028.

Представляется важным выявить реакции лесных экосистем 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 [1-3].

В научной литературе накоплен значительный фактический материал по влиянию климатических факторов на радиальный рост деревьев, тем не менее, современных сведений о приросте деревьев на территории Ульяновской области фактически нет. Ближайшей территорией, на котором были проведены дендроклиматические исследования, является Жигулевский заповедник Самарской области [4]. Здесь авторами на основе изучения старовозрастной популяции сосны был обнаружен положительный отклик радиального прироста на количество осадков февраля и августа.

Искандиров Павел Юрьевич, аспирант.

E-mail: monboruut@gmail.com

Тишин Денис Владимирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей экологии.

E-mail: dtishin@kpfu.ru

Чижикова Нелли Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры моделирования экосистем.

E-mail: kukumarian@gmail.com

В нашей работе была предпринята попытка определить основные климатические показатели, оказывающие значительное влияние на радиальный прирост хвойных деревьев на данной территории.

Целью нашего исследования явилась оценка связи природно-климатических факторов с годовым радиальным приростом сосны обыкновенной, произрастающей на территории Приволжской возвышенности Ульяновской области.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Дендрохронологические исследования проводились в сосново-дубовом лесу (5ДЗБ2С) расположенном в междуречье р. Баромытка и р. Молвино Тереньгульского района Ульяновской области (N53.79877, E48.37055, высота над уровнем моря 210 м) (рис. 1). Отбор кернов проводился возрастным буром на высоте 1,3 м от шейки корня у 10 сосен по методике, описанной в работе [5]. Для измерения ширины годовых колец с точностью 0.01 мм использовали полуавтоматическую установку Lintab-6 и программное обеспечение TSAPWin [6]. С помощью программы Sofecha [7] проводился контроль качества измерений и поиск выпадающих и ложных колец.

Для удаления возрастного тренда и осреднения серий в безразмерные хронологии ис-

пользовалась программа Arstan [8]. Возрастной тренд удалялся с помощью отрицательной экспоненты. Индексированные значения получались делением значения ширины кольца в каждый год на значение аппроксимирующей функции в этот год. Анализ древесно-кольцевой хронологии был проведен в пакете dplR среды статистического анализа R [9]. У хронологии был определен выраженный сигнал популяции (EPS) и отношение «сигнала к шуму» (SNR) [10]. Для выявления цикличности временных серий был применён вейвлет анализ.

Для анализа отклика радиального прироста деревьев на климатические условия использовались стандартные хронологии и данные среднемесячной температуры воздуха и количества осадков метеостанции Инза (WMO ID 27872), расположенной в 130 км от пробной площадки. Связь радиального прироста деревьев с погодными факторами была проанализирована с помощью ранговой корреляции Спирмена в программе Past [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Подсчет годичных колец показал, что максимальный возраст деревьев составил 182 года, минимальный – 132. На основании хронологий прироста модельных деревьев пробной площади была получена одна обобщенная древесно-кольцевая хронология ULN (1837-2012 гг.), длительность ряда составила 176 лет (рис. 2). В среднем на всю длину ряда показатели EPS и SNR достигли значений 0.91 и 9.8 соответственно. В построенной хронологии были выявлены

годы с минимальным приростом: 1839, 1891, 1921, 1943, 1984, 2010; с максимальным: 1854, 1857, 1886, 1919, 1951, 1990. Наибольший подъем роста наблюдался в 1943-1952 гг. Вейвлет анализ в хронологии выявил циклы с периодом в 11-13 и 20-22 лет. Таким образом, большая часть циклических изменений радиального прироста деревьев связана с солнечной активностью (22-летний цикл Хейла и 11-летний цикл Швабе-Вольфа).

Анализ климатических данных ближайшей к изучаемому местообитанию метеостанции Инза за последние 50 лет показал явно выраженные тренды увеличения среднегодовой температуры и суммы осадков. Для температуры воздуха положительный тренд составил $0.04^{\circ}\text{C}/\text{год}$, а для суммы осадков $1.5\text{ мм}/\text{год}$. Наблюдаемое изменение климата на территории региона происходит за счет зимне-весеннего периода времени.

Для выявления основных климатических факторов, определяющих прирост сосны исследуемого района, был проведен корреляционный анализ индекса прироста со среднемесячной температурой воздуха и осадками за период с сентября предыдущего года по август текущего включительно. Установлена статистически значимая положительная связь радиального прироста сосны с количеством осадков июня ($R = 0.43$, $p = 0.003$) и со среднемесячными температурами января и февраля ($R = 0.48$, $p = 0.001$ и $R = 0.44$, $p = 0.003$ соответственно). Помимо этого, была обнаружена слабая реакция радиального прироста на среднюю месячную температуру мая ($R = -0.35$, $p = 0.02$). Таким образом, минимальный прирост

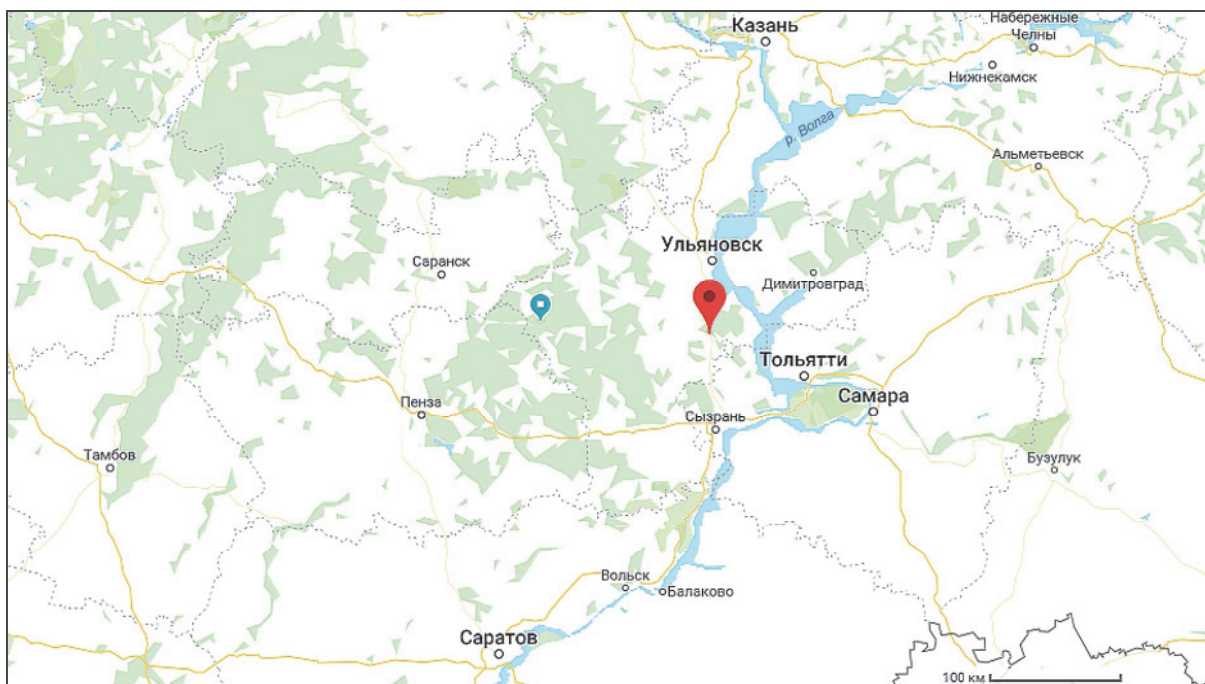


Рис. 1. Карта местоположения исследуемого участка (правый пунсон – пробная площадка, левый пунсон – метеостанция «Инза»)

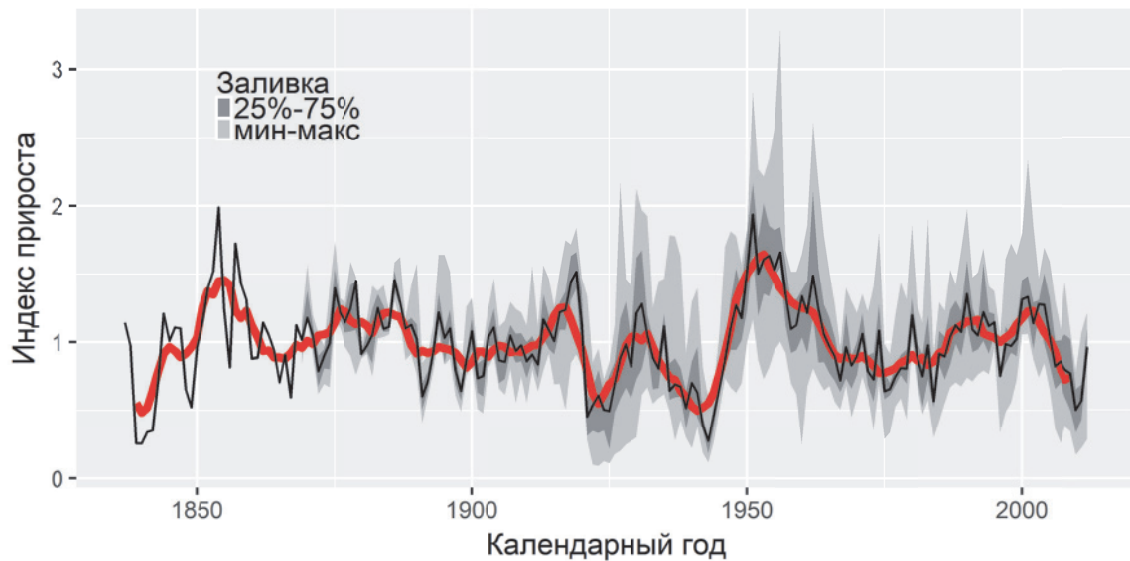


Рис. 2. Обобщенная хронология ULN по сосне обыкновенной (1837-2012 гг.) – тонкая линия, сглаженное среднее (размер окна 6 лет) обобщенной хронологии показано более толстой линией. Заливкой показан интервал, в котором находятся минимальные и максимальные значения индивидуальных индексов прироста, а также интервал их 25% и 75% квантилей

годовых колец сосны будет наблюдаться в условиях сухого лета и прохладной зимы.

Положительная связь между приростом деревьев и количеством осадков за июнь указывает на большое значение почвенной влаги в период, когда происходит начало и кульминация роста клеток ксилемы. Также интересным является положительный отклик годовых колец сосны на зимнюю температуру. Вероятно, в теплую зиму происходит незначительное промерзание почвы, поэтому весной у деревьев может наблюдаться ранний старт ксилогенеза. В заключении хотелось бы отметить, что сосна Приволжской возвышенности Ульяновской области чувствительна к недостатку осадков в летний период, поэтому она обладает большим дендроклиматическим потенциалом, например для реконструкции засух Поволжья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. -137 с.
2. Комин Г.Е. Применение дендрохронологических методов в экологическом мониторинге лесов// Лесоведение. 1990. № 2. с. 3-11.
3. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазена В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. – Новосибирск: Наука, 1996. – 246 с.
4. Тишин Д.В., Чижикова Н.А., Мацковский В.В. Дендрохронологические исследования *Pinus sylvestris* L. Жигулевского государственного природного биосферного заповедника имени И.И. Спрыгина // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. №4-2. С. 69-71.
5. Шиятов С.Г. Методы дендрохронологии. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
6. Rinn, F. TSAPWin – Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications, Version 0.53, User Reference. – Heidelberg, 2005. – 91 pp.
7. Holmes R.L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 1983. vol. 43. с.69-78
8. Holmes R.L. Users Manual for Program ARSTAN, in *Tree-Ring Chronologies of Western North America: California, Eastern Oregon and northern Great Basin*. by Laboratory of TreeRingResearch, The University of Arizona, 1986. pp. 50-65.
9. Bunn, A.G. dplR: Dendrochronology Program Library in R. R package version 1.5.6 [электронный ресурс] / A.G. Bunn, M. Korpela, F. Biondi, F. Campelo, P. Merian, F. Qeadan, Ch. Zang. 2012. URL: <http://CRAN.R-project.org/package=dplR>.
10. Wigley T. M. L., Briffa K. R., Jones P. D. On the average value of correlated time series, with applications in dendrochronology and hydrometeorology // *J. of Climate and Applied Meteorology*. – 1984. – Vol. 23. – P. 201–213.
11. Hammer O. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis // *Palaentologia Electronica*. – 2001. – Vol. 4, issue 1. – P. 1–9.

**DENDROCLIMATIC POTENTIAL OF THE SCOTS PINE
OF THE VOLGA UPLAND OF THE ULYANOVSK REGION**

© 2019 P.Yu. Iskandirov, D.V. Tishin, N.A. Chizhikova

Kazan Federal University

The article presents the results of the analysis of annual rings of Scots pine growing on the territory of the Volga Upland (Terengulsky District, Ulyanovsk Region). 10 old trees were investigated, with an average age of 157 years, a maximum of 182 years. On the basis of the chronologies of the growth of model trees of the trial area, one generalized tree-ring chronology of ULN (1837-2012) was obtained, the duration of the series was 176 years. In the constructed chronology, the years with the minimum increment were identified: 1839, 1891, 1921, 1943, 1984, 2010; with the maximum: 1854, 1857, 1886, 1919, 1951, 1990. The greatest rise in growth was observed in 1943-1952. Wavelet analysis in chronology revealed cycles with a period of 13 and 20 years. Correlation analysis showed a positive response of annual rings to June precipitation and January temperature. Thus, the pine of the Volga Upland of the Ulyanovsk Region is sensitive to the lack of precipitation in the summer period, so it has a large dendroclimatic potential, for example, for the reconstruction of droughts of the Volga region.

Keywords: pine, tree rings, Volga Upland, precipitation, temperature.

Pavel Iskandirov, Graduate Student.

E-mail: monboruum@gmail.com

*Denis Tishin, PhD Biologists, Associate Professor at the
General Ecology Department. E-mail: dtishin@kpfu.ru*

*Nelly Chizhikova, PhD Biologists, Associate Professor at the
of Ecological Modelling Department.*

E-mail: kukumarian@gmail.com