



**ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION**

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5>

EDN: JTLWLU

**ЭТАЛОННАЯ СТОЛЕТНЯЯ ХРОНОЛОГИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ
РУССКОЙ РАВНИНЫ**

Научная статья

Румянцев Д.Е.^{1,*}, Стоноженко Л.В.², Липаткин В.А.³, Малышев Е.В.⁴, Котов А.С.⁵, Козлова В.Л.⁶¹ ORCID : 0000-0001-9871-9504;² ORCID : 0000-0002-3836-1384;³ ORCID : 0009-0005-7498-2013;^{1, 2, 3, 5, 6} Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Мытищи, Российская Федерация⁴ Министерство лесного хозяйства Владимирской области, Владимир, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (dendro15[at]list.ru)

Предложена: 15.03.2026; Принята: 24.06.2026; Опубликовано: 20.07.2026

Аннотация

В ходе исследований на территории Андреевского лесничества (Судогодский район Владимирской области) был подобран спелый высокопродуктивный древостой сосны обыкновенной, расположенный в брусничном типе леса на свежих супесчаных почвах. Древостой был создан путем посадки лесных культур в 1919 году. С 12 учетных деревьев сосны обыкновенной I–II класса роста по Крафту и 1-й категории лесопатологического состояния буравом Пресслера на высоте 1,3 метра были отобраны керны, по одному керну с каждого учетного дерева. Ширина годичных колец и ширина слоя поздней древесины были промерены на специально подготовленной поверхности образцов с точностью не менее чем 0,05 мм с использованием МБС-10. Контроль за правильностью измерений колец в индивидуальных хронологиях осуществлялся методом перекрестной датировки в программе GROWLINE. В итоге были получены индивидуальные хронологии по ширине годичного кольца, ширине слоя ранней древесины, ширине слоя поздней древесины, доле поздней древесины в годичном кольце. На их основе были рассчитаны средние для древостоя эталонные хронологии по указанным параметрам, опубликованные в статье. Выполнен их первичный анализ, установлено, что индексированные ряды радиального прироста содержат циклическую компоненту изменчивости с периодом 10,0. Динамика ширины годичного кольца выражено и достоверно зависит от температур августа прошлого года: повышенные температуры воздуха отрицательно сказываются на величине прироста древесины на следующий год. По-видимому, это эффект от влияния данного метеопараметра на заложение вегетативных почек, рост молодых побегов, развитие ассимиляционной поверхности деревьев и общую интенсивность их фотосинтеза. Полученная хронология может быть использована в дальнейшем как вспомогательный инструмент для датировок мертвой древесины из сосновых лесов в зеленомошной группе типов леса в центральной части Русской равнины.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, Андреевское лесничество Владимирской области, годичные кольца, дендрохронология, датировка древесины, эталонная хронология, дендрохронологический банк.

**A REFERENCE CENTENNIAL CHRONOLOGY OF THE SCOTS PINE FROM THE CENTRAL PART OF THE
RUSSIAN PLAIN**

Research article

Rumyantsev D.E.^{1,*}, Stonozhenko L.V.², Lipatkin V.A.³, Malyshev E.V.⁴, Kotov A.S.⁵, Kozlova V.L.⁶¹ ORCID : 0000-0001-9871-9504;² ORCID : 0000-0002-3836-1384;³ ORCID : 0009-0005-7498-2013;^{1, 2, 3, 5, 6} Bauman Moscow State Technical University, Mytishi, Russian Federation⁴ Ministry of Forestry of the Vladimir region, Vladimir, Russian Federation

* Corresponding author (dendro15[at]list.ru)

Suggested: 15.03.2026; Accepted: 24.06.2026; Published: 20.07.2026

Abstract

During research carried out in the Andreevsk Forest District (Sudogodsk District, Vladimir Oblast), a mature, highly productive stand of Scots pine was selected, situated in a cowberry forest type on fresh sandy loam soils. The stand was established by planting forest seedlings in 1919. Core samples were taken from 12 reference Scots pine trees classified as growth classes I–II according to Krafft and forest pathology category 1 according to the Pressler increment borer test at a height of 1.3 metres, with one core sample taken from each reference tree. The width of the annual rings and the width of the latewood layer were measured on a specially prepared surface of the samples with an accuracy of at least 0.05 mm using an MBS-10. The accuracy of the ring measurements in the individual chronologies was verified using the cross-dating method in the GROWLINE programme. As a result, individual chronologies were obtained for annual ring width, earlywood layer width, latewood layer width, and the proportion of latewood in the annual ring. Based on these, average reference chronologies for the

stand were calculated for the specified parameters and published in the article. A preliminary analysis was carried out, and it was established that the indexed radial growth series contain a cyclical component of variability with a period of 10.0. The variation in annual ring width is pronounced and significantly dependent on the temperatures in August of the previous year: higher air temperatures have a negative impact on the amount of wood growth in the following year. This appears to be due to the influence of this meteorological parameter on the formation of vegetative buds, the growth of young shoots, the development of the trees' assimilatory surface area, and the overall intensity of their photosynthesis. The resulting chronology may be used in the future as an auxiliary tool for dating dead wood from pine forests within the green-moss forest type group in the central part of the Russian Plain.

Keywords: Scots pine, Andreevsk Forest District in Vladimir Oblast, annual rings, dendrochronology, timber dating, reference chronology, dendrochronological database.

Введение

Полученная однажды, дендрохронологическая информация может быть использована в аналитической работе многократно многими исследователями, решающими дифференцированные исследовательские задачи, в том числе научно-практические и учебно-методические. С этой целью создаются банки дендрохронологической информации. Для территории Русской равнины имеется значительная база дендрохронологической информации. Для целей лесоводственных исследований наибольшую ценность представляют банки дендрохронологической информации, созданные лесоведами. Среди них следует выделить базы данных созданные профессором ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова С.М. Матвеевым для условий лесостепи [4], [5], [11]. Сопоставимая по объему база создана профессором МАРГТУ Ю.П. Демаковым для сосновых лесов Марий Эл [2], [10]. Обширная база данных создана учеными Московского государственного университета леса (в настоящее время это Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана) [1], [7], [8], [12], [16]. Обширный объем дендрохронологической информации, в том числе касающейся лесов Русской равнины, накоплен учеными Института географии РАН [3], [13], [17]. Существует всемирный банк данных годовичных колец [18] и российский банк данных годовичных колец [14].

Целью данной работы было получение эталонных столетних хронологий по разным параметрам годовичного кольца, характеризующих динамику параметров годовичных колец в спелом, продуктивном, типичном, хозяйственно значимом древостое сосны обыкновенной из центральной части Русской равнины, первичный анализ этих хронологий и публикация первичных результатов исследований в широком доступе. Мы полагаем, что такого рода работа выполненная нами будет способствовать прогрессу в развитии потенциала использования дендрохронологических методов в лесоведении и в лесоводстве. К числу более узких задач относится планируемое использование этой хронологии в дальнейших исследованиях, связанных с датировкой времени гибели деревьев (времени образования сухостойной, валежной древесины) в сосновых лесах Судогодского района Владимирской области.

Важно подчеркнуть, что для территории центральной части Русской равнины отсутствуют долгосрочные хронологии сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) из типичных высокопродуктивных типов условий произрастания за исключением смешанной хронологии по ели и сосне на основе археологической древесины и древесины построек [17], построенной в лаборатории дендрохронологии Института географии РАН под руководством В.В. Мацковского и О.Н. Соломиной. С учетом того, что эта хронология является безальтернативным источником информации — она ценна, но хронология построенная только по одному виду и по одному типу условий произрастания была бы еще более ценным источником информации. Публикация созданной нами эталонной хронологии может помочь ее созданию. В нашем случае получена достаточно длинная хронология по живым деревьям сосны обыкновенной из одного биотопа, которая может быть использована в дальнейших исследованиях для построения долгосрочной хронологии сосны с учетом археологической древесины и древесины деревянных построек.

Методы и принципы исследования

Объектом исследования послужил спелый древостой сосны обыкновенной, лесные культуры, созданные методом посадки в 1919 году в Судогодском районе Владимирской области, на территории Судогодского участкового лесничества (квартал 3 выдел 1; координаты: 56.134071°; 40.782403°) Андреевского лесничества. Кernels отбирались буром Пресслера на высоте 1,3 м согласно стандартной методике [6], [7]. Средний диаметр учетных деревьев, с которых производился отбор кернов — 50 см; средняя высота — 31 м. Так как отбор кернов производился с господствующих деревьев, то их средний диаметр выше, чем средний диаметр исследуемого древостоя в целом. Измерения параметров годовичного кольца велось с использованием микроскопа МБС-10 с основной точностью не менее 0,05 мм, для контроля за правильностью измерений использовалась перекрестная датировка в программе GROWLINE. Измерения выполнялись тщательно, их результаты первоначально заносились в бланк на бумаге и лишь затем вбивались в редактор программы GROWLINE.

Отдельно измерялась ширина годовичного кольца и отдельно ширина слоя поздней древесины. Каждый керн таким образом просматривался при измерениях дважды, пометками в бланке измерений отмечались некоторые специфические аномалии годовичных колец. Совпадение числа колец при двойном измерении каждого керна служило первым уровнем контроля качества распознавания годовичных колец на керне, гарантией отсутствия в ходе измерений случайных пропусков и вставок в индивидуальных временных рядах прироста. Вторым уровнем контроля служила перекрестная датировка, при проведении которой руководствовались общими принципами варьирования коэффициента синхронности между древесно-кольцевыми хронологиями, ранее установленными нами для ценопопуляций сосны обыкновенной в центральной части Русской равнины в ходе масштабных исследований [12]. Таксационная характеристика древостоя приведена в таблице 1, его общий вид характеризует фото на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид биотопа
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.1>

Таблица 1 - Таксационная характеристика древостоя

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.2>

Состав древостоя	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	Полнота	Запас, м ³ /га
10С	110	27	32	II	0,7	320

В живом напочвенном покрове преобладают брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.). Тип леса — сосняк брусничный, тип условий местопроизрастания — В2. Иными словами, исследуемый древостой сформировался на свежих супесчаных почвах. Сколь либо развитый подрост в древостое отсутствует, наблюдается относительно обильный подрост сосны (4 тысячи экземпляров на гектар).

Для правильного понимания данных о возрасте древостоя важно подчеркнуть, что лесные культуры создавались посадочным материалом, который на момент посадки в 1919 году уже имел некоторый биологический возраст. С другой стороны, высота посадочного материала была заведомо ниже высоты 1,3 м (высоты отбора керна), поэтому годовые кольца датируемые 1919 годом в индивидуальных хронологиях отсутствуют. Но они могут быть зафиксированы у учетных деревьев, которые происходят из растений естественного возобновления на вырубке, так как такие обычно всегда стараются сохранять на лесокультурной площади. Высаженный посадочный материал некоторое время рос до высоты 1,3 м, разные деревья достигали этой высоты в разные календарные годы. Далее важно понимать,

что при отборе керн у дерева в спелом древостое мы чаще всего не попадаем буравом в биологический центр ствола (в кольцо с первичной ксилемой и сердцевинной) и часть годовых колец, реально существующих в стволе дерева, у нас утрачивается из анализа, и на разных кернах с разных учетных деревьев это число разное. Изложенное важно иметь в виду при обсуждении разных аспектов возраста древостоев и длины хронологий, как конкретно для данного древостоя, так и при использовании дендрохронологических методов в лесоводственных исследованиях в целом.

Основные результаты

В итоге обработки кернов в лаборатории были получены индивидуальные для каждого учетного дерева временные ряды радиального прироста (ширины годового кольца) и временные ряды радиального прироста по поздней древесине. Путем простых арифметических вычислений из них были получены индивидуальные ряды прироста по ранней древесине и индивидуальные временные ряды по доле поздней древесины в годовом кольце. На основе индивидуальных временных рядов были рассчитаны средние временные ряды (хронологии), характеризующие динамику роста исследуемого древостоя, приведенные в таблицах 2–5.

Таблица 2 - Значения средней ширины годового кольца для учетных деревьев сосны обыкновенной в исследуемом древостое начиная с 2025 года (значение 1,63)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.3>

Номер десятилетия	Номер года в десятилетии									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,63	1,44	1,50	1,54	1,73	1,74	1,38	1,65	1,57	1,90
2	1,97	1,73	1,83	1,83	1,47	1,60	1,82	1,86	2,18	2,12
3	2,22	2,13	1,66	1,68	1,44	1,33	1,20	1,19	1,28	1,18
4	1,23	1,53	1,25	1,45	1,70	1,78	1,50	1,48	1,98	2,22
5	1,74	1,79	1,91	1,49	1,29	1,75	1,80	1,91	1,85	1,71
6	1,98	1,28	1,15	1,24	1,33	1,43	1,10	1,60	1,65	1,61
7	1,80	1,62	1,82	1,95	1,84	1,66	1,68	1,75	1,63	1,45
8	1,66	1,82	1,88	1,49	1,60	1,43	0,97	2,12	2,23	2,25
9	2,51	2,46	2,42	2,00	2,13	2,26	2,37	2,46	2,99	2,93
10	3,03	3,34	3,45	3,20	3,01	3,57	3,56	5,14	4,59	3,75
11	3,73	4,55	4,75	5,85	3,58	3,88	–	–	–	–

Таблица 3 - Значения средней ширины слоя поздней древесины для учетных деревьев сосны обыкновенной в исследуемом древостое начиная с 2025 года (значение 0,70)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.4>

Номер десятилетия	Номер года в десятилетии									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,70	0,60	0,62	0,57	0,75	0,83	0,54	0,78	0,68	0,78
2	0,82	0,94	0,89	0,89	0,78	0,56	0,78	0,76	1,13	0,90
3	1,07	0,96	0,68	0,73	0,69	0,56	0,58	0,50	0,45	0,58
4	0,57	0,70	0,59	0,59	0,80	0,78	0,52	0,61	0,94	1,14
5	0,80	0,96	0,96	0,68	0,50	0,65	0,87	0,62	0,88	0,62
6	1,00	0,54	0,56	0,53	0,55	0,66	0,42	0,60	0,78	0,80
7	0,64	0,62	0,87	0,89	0,99	0,60	0,77	0,78	0,76	0,66
8	0,70	0,76	0,92	0,57	0,66	0,55	0,43	1,05	1,00	0,95
9	0,84	0,93	0,91	0,79	0,70	0,64	0,81	0,79	0,94	1,06
10	0,96	1,01	0,88	0,81	0,80	1,12	1,08	1,17	1,03	1,10
11	0,97	1,13	0,59	0,61	0,64	0,30	–	–	–	–

Таблица 4 - Значения средней ширины слоя ранней древесины для учетных деревьев сосны обыкновенной в исследуемом древостое начиная с 2025 года (значение 0,93)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.5>

Номер десятилетия	Номер года в десятилетии									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,93	0,84	0,88	0,97	0,98	0,91	0,84	0,88	0,90	1,11
2	1,15	0,79	0,95	0,94	0,69	1,04	1,04	1,10	1,05	1,22
3	1,15	1,18	0,99	0,95	0,75	0,77	0,62	0,68	0,83	0,60
4	0,66	0,83	0,66	0,86	0,90	1,00	0,98	0,88	1,04	1,08
5	0,93	0,83	0,95	0,81	0,79	1,10	0,93	1,29	0,97	1,09
6	0,98	0,75	0,59	0,71	0,78	0,76	0,68	1,00	0,88	0,81
7	1,16	1,00	0,95	1,06	0,85	1,06	0,91	0,98	0,86	0,78
8	0,96	1,06	0,96	0,92	0,94	0,88	0,55	1,07	1,23	1,30
9	1,67	1,53	1,51	1,21	1,44	1,62	1,56	1,67	2,05	1,87
10	2,07	2,32	2,57	2,39	2,18	2,43	2,44	3,94	3,52	2,62
11	2,64	3,53	4,22	5,41	3,03	3,59	–	–	–	–

Таблица 5 - Значения средней доли поздней древесины в годичном кольце для учетных деревьев сосны обыкновенной в исследуемом древостое начиная с 2025 года (значение 0,42)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.6>

Номер десятилетия	Номер года в десятилетии									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,42	0,41	0,40	0,37	0,42	0,45	0,37	0,45	0,42	0,40
2	0,42	0,52	0,45	0,48	0,52	0,35	0,43	0,41	0,52	0,41
3	0,47	0,44	0,40	0,41	0,46	0,42	0,45	0,39	0,33	0,45
4	0,45	0,44	0,44	0,39	0,44	0,41	0,32	0,39	0,45	0,50
5	0,45	0,53	0,50	0,45	0,39	0,37	0,47	0,32	0,46	0,35
6	0,49	0,40	0,46	0,42	0,40	0,46	0,36	0,36	0,43	0,50
7	0,35	0,38	0,47	0,45	0,53	0,36	0,45	0,44	0,46	0,45
8	0,43	0,41	0,47	0,39	0,43	0,39	0,42	0,50	0,45	0,43
9	0,35	0,39	0,39	0,43	0,33	0,29	0,35	0,33	0,33	0,36
10	0,34	0,32	0,26	0,26	0,29	0,31	0,34	0,22	0,25	0,29
11	0,28	0,23	0,11	0,07	0,18	0,07	–	–	–	–

Среди приведенных данных отдельную практическую ценность с точки зрения лесоводства предоставляет график динамики доли поздней древесины в годичном кольце (рисунок 2), являющейся надежным индикатором технических свойств древесины, качества древесины, углерододепонирующей функции древесины [7]. Хронология на графике на рисунке 2 совпадает с хронологией в таблице 5.

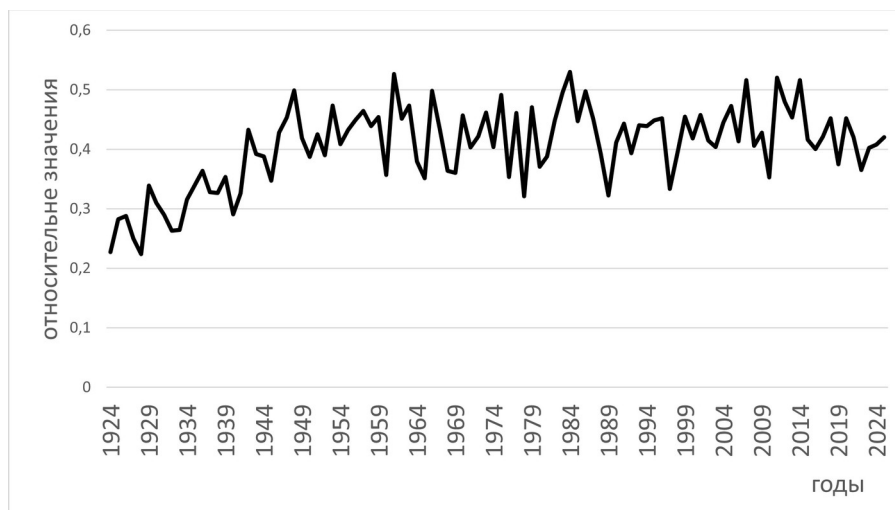


Рисунок 2 - Динамика доли поздней древесины в годичном кольце в спелом одновозрастном древостое сосны

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.7>

Для выполнения дальнейшего первичного статистического анализа каждая индивидуальная хронология по ранней древесине, по поздней древесине и по ширине годичного кольца была проиндексирована: значение параметра в данном году делилось на среднее значение этого же параметра за последние пять лет [7]. В лесоводственной дендрохронологии такой вариант индексирования ценен прежде всего тем, что обеспечивает методологическую увязку всех в дальнейшем получаемых результатов со стандартными лесоводственными базами данных, оперирующими таким показателем, как средний прирост за пять лет. Безусловно, индексирование удаляет часть информации временного ряда. Разделение, сепарирование разнокомпонентной информации является основной целью индексирования при анализе временных рядов. В данном случае индексирование делением на скользящее среднее за пять лет действует в том числе как фильтр, ослабляющий низкочастотные многолетние составляющие изменчивости, что может сказываться на оценке циклических компонент, близких по периоду к выявленному десятилетнему циклу или превышающих его. Это хорошо известная придержка и ограничение при индексировании временных рядов методом скользящего среднего известны в дендрохронологии как "эффект Слуцкого" [7].

На основании индивидуальных хронологий были получены средние индексированные хронологии для древостоя, отраженные на рисунке 3. Важно подчеркнуть, что это несколько иные хронологии, а не те, что приведены в таблицах 2–4, но полученные на основе тех же индивидуальных хронологий, что и хронологии в таблицах 2–5.



Рисунок 3 - Динамика индексов прироста для разных видов радиального прироста в древостое сосны обыкновенной

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.8>

Далее были выполнены расчеты коэффициентов корреляции между дендрохронологическими рядами и рядами метеопараметров. Расчеты между рядами выполнялись как "год в год" (когда рассматривалось потенциальное влияние метеопараметров текущего календарного года на формирование параметров годичного кольца датируемого этим годом), так и со сдвигом рядов друг относительно друга на один год (когда рассматривалось влияние метеопараметров прошлого календарного года на формирование параметров годичного кольца в данном конкретном году). Для расчетов, отраженных в таблицах 6–7, был использован временной интервал 1925–2025 гг. При числе наблюдений 101 и числе степеней свободы 99 при уровне доверительной вероятности 0,05 достоверны значения коэффициентов корреляции от 0,20 и более. Для расчетов были взяты архивные данные по среднемесячной температуре воздуха и месячной сумме осадков по метеостанции г. Владимир [15]. Расположение метеорологической станции во Владимире (Владимирская область, Россия): широта **56.1242°**, долгота **40.3165°**, высота над уровнем моря **167 м**.

Таблица 6 - Результаты дендроклиматического анализа хронологий на основе расчета коэффициентов корреляции между временными рядами прироста и временными рядами среднемесячных температур года, предшествовавшего календарному году формирования годичного кольца

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.9>

Температура месяца в год, предшествовавший календарному году формирования годичного кольца	Индекс по ширине годичного кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годичном кольце
Температура января	0,09	0,04	0,11	0,06
Температура февраля	0,08	0,03	0,11	0,10
Температура марта	0,06	-0,07	0,15	0,05
Температура апреля	0,10	0,00	0,14	0,16
Температура мая	-0,11	-0,24*	0,04	-0,13
Температура июня	-0,13	-0,20*	0,05	-0,03
Температура июля	0,11	0,08	0,09	-0,07
Температура августа	-0,21*	-0,18	-0,19	-0,10
Температура сентября	0,01	0,04	-0,02	-0,11
Температура	0,06	0,06	0,02	0,05

Температура месяца в год, предшествовавший календарному году формирования годового кольца	Индекс по ширине годового кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годовом кольце
октября				
Температура ноября	0,03	0,04	0,02	-0,12
Температура декабря	0,11	0,14	0,03	0,29*

Примечание: знаком * отмечены коэффициенты корреляции, достоверные при уровне доверительной вероятности 0,05

Таблица 7 - Результаты дендроклиматического анализа хронологий на основе расчета коэффициентов корреляции между временными рядами прироста и временными рядами среднемесячных температур года, соответствующего календарному году формирования годового кольца

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.10>

Температура месяца в год, соответствующий году формирования годового кольца	Индекс по ширине годового кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годовом кольце
Температура января	0,17	0,23*	0,06	0,18
Температура февраля	-0,05	-0,10	0,01	0,07
Температура марта	0,11	0,09	0,10	0,17
Температура апреля	0,15	0,16	0,08	0,29*
Температура мая	-0,04	0,13	-0,19	0,31*
Температура июня	-0,05	-0,05	-0,05	0,12
Температура июля	-0,04	-0,01	-0,07	-0,08
Температура августа	-0,11	-0,09	-0,12	-0,10
Температура сентября	0,03	0,03	0,01	-0,01
Температура октября	-0,08	0,01	-0,17	0,13
Температура ноября	-0,02	0,00	-0,01	-0,15
Температура декабря	-0,05	-0,07	-0,02	0,17

Примечание: знаком * отмечены коэффициенты корреляции, достоверные при уровне доверительной вероятности 0,05

Для рядов месячной суммы осадков во временных рядах наблюдений присутствуют разрывы, поэтому (на данном этапе исследований) анализ был выполнен только для последнего непрерывного участка с 2001 по 2025 гг. При расчете коэффициентов корреляции индексов прироста с метеопараметрами года, предшествовавшего календарному году формирования годового кольца расчет был выполнен для участка временных рядов метеопараметров с 2001 по 2024 год, так как годовое кольцо 2026 года, с которым должны были быть сопоставлены метеопараметры 2025 года (при данном варианте расчета) в наших наблюдениях отсутствует. В итоге коэффициенты корреляции с температурами были второй раз рассчитаны для этого же временного интервала (таблица 8–9) и были рассчитаны коэффициенты корреляции с месячными суммами осадков прошлого и текущего года (таблица 10–11). Такого рода расчеты, помимо прочего, позволяют оценить стационарность отклика динамики температурного режима в динамике индексов

прироста. При числе наблюдений 24 и числе степеней свободы 22 при уровне доверительной вероятности 0,05 достоверны значения коэффициентов корреляции от 0,40 и более.

Таблица 8 - Результаты дендроклиматического анализа хронологий на основе расчета коэффициентов корреляции между временными рядами прироста и временными рядами среднемесячных температур года, предшествовавшего календарному году формирования годичного кольца за период 2001-2024 гг.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.11>

Метеопараметр	Индекс по ширине годичного кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годичном кольце
Температура января	0,15	-0,17	0,42*	-0,59*
Температура февраля	-0,05	-0,15	0,10	-0,22
Температура марта	-0,02	-0,17	0,13	-0,23
Температура апреля	-0,15	-0,11	-0,14	-0,06
Температура мая	-0,17	-0,16	-0,15	0,13
Температура июня	-0,30	-0,17	-0,37	0,10
Температура июля	0,04	0,09	-0,03	0,08
Температура августа	-0,49*	-0,34	-0,48*	0,06
Температура сентября	0,04	-0,01	0,07	-0,17
Температура октября	-0,13	0,00	-0,23	0,01
Температура ноября	-0,09	0,05	-0,22	0,19
Температура декабря	-0,06	0,12	-0,20	0,37

Примечание: знаком * отмечены коэффициенты корреляции, достоверные при уровне доверительной вероятности 0,05

Таблица 9 - Результаты дендроклиматического анализа хронологий на основе расчета коэффициентов корреляции между временными рядами прироста и временными рядами среднемесячных температур года, соответствующего календарному году формирования годичного кольца за период 2001-2025 гг.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.12>

Метеопараметр	Индекс по ширине годичного кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годичном кольце
Температура января	0,34	0,48*	0,10	0,34
Температура февраля	-0,13	-0,29	0,11	-0,36
Температура марта	-0,09	-0,07	-0,06	-0,05
Температура апреля	-0,25	-0,22	-0,19	-0,23
Температура мая	-0,06	-0,01	-0,11	0,23
Температура июня	-0,21	-0,25	-0,14	-0,15
Температура июля	-0,02	0,02	-0,08	-0,02
Температура августа	-0,22	-0,19	-0,19	-0,05
Температура сентября	-0,04	0,06	-0,09	0,07

Метеопараметр	Индекс по ширине годового кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годовом кольце
Температура октября	-0,27	-0,16	-0,33	-0,03
Температура ноября	-0,17	-0,20	-0,10	-0,25
Температура декабря	-0,31	-0,28	-0,23	0,01

Примечание: знаком * отмечены коэффициенты корреляции, достоверные при уровне доверительной вероятности 0,05

Таблица 10 - Результаты дендроклиматического анализа хронологий на основе расчета коэффициентов корреляции между временными рядами прироста и временными рядами месячных сумм осадков года, предшествующего календарному году формирования годового кольца

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.13>

Метеопараметр	Индекс по ширине годового кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годовом кольце
Осадки января	-0,03	-0,19	0,14	-0,33
Осадки февраля	-0,23	-0,34	-0,08	-0,42*
Осадки марта	-0,12	0,0	-0,20	0,15
Осадки апреля	-0,03	-0,08	0,30	-0,29
Осадки мая	-0,06	0,09	-0,20	0,42*
Осадки июня	0,51*	0,32	0,56*	-0,02
Осадки июля	-0,39	-0,35	-0,34	-0,13
Осадки августа	-0,04	0,01	-0,09	0,24
Осадки сентября	-0,20	-0,01	-0,30	0,33
Осадки октября	-0,09	-0,12	-0,05	-0,23
Осадки ноября	-0,32	-0,12	-0,43*	0,18
Осадки декабря	-0,26	-0,21	-0,22	-0,15

Примечание: знаком * отмечены коэффициенты корреляции, достоверные при уровне доверительной вероятности 0,05

Таблица 11 - Результаты дендроклиматического анализа хронологий на основе расчета коэффициентов корреляции между временными рядами прироста и временными рядами месячных сумм осадков года, соответствующего календарному году формирования годового кольца

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.14>

Метеопараметр	Индекс по ширине годового кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годовом кольце
Осадки января	0,21	0,20	0,14	0,18
Осадки февраля	-0,04	-0,05	-0,02	-0,13
Осадки марта	-0,08	-0,02	-0,12	-0,01
Осадки апреля	0,26	0,12	0,32	-0,18
Осадки мая	-0,05	-0,13	0,05	-0,21
Осадки июня	0,42*	0,47*	0,29	0,22
Осадки июля	-0,36	-0,35	-0,25	-0,12
Осадки августа	-0,01	-0,09	0,07	-0,03
Осадки сентября	-0,03	0,00	-0,10	0,16

Метеопараметр	Индекс по ширине годовичного кольца	Индекс по ширине слоя поздней древесины	Индекс по ширине слоя ранней древесины	Доля поздней древесины в годовичном кольце
Осадки октября	-0,20	-0,12	-0,20	-0,12
Осадки ноября	-0,09	-0,21	0,06	-0,35
Осадки декабря	-0,21	-0,25	-0,11	-0,26

Примечание: знаком * отмечены коэффициенты корреляции, достоверные при уровне доверительной вероятности 0,05

В графике, отраженном на рисунке 3, просматривается цикличность в изменчивости прироста. Для исследования цикличности в изменчивости радиального прироста может успешно использоваться анализ Фурье [1]. Результаты анализа исследуемых хронологий в программе STATISTICA 13.0 показали, что в ряду индексов радиального прироста по ширине годовичного кольца за период 1925–2025 годы наиболее сильно выражена циклическая компонента с периодом 10,0 лет. Точно такая же компонента с периодом 10,0 лет присутствует в ряду индексов радиального прироста поздней древесины. Временной ряд индексов радиального прироста по ранней древесине дает максимум спектральной плотности при значениях периода 12,5 лет, что с одной стороны сходно с показателями в предыдущих рядах, а с другой — демонстрирует выраженные отличия в структуре цикличности колебаний этих показателей.

Обсуждение

Общепризнано, что доля поздней древесины является надежным показателем качества древесины [7]. На материале исследуемого древостоя (рисунок 2) установлено, что первоначально доля поздней древесины в годовичном кольце невелика (около 25%), затем этот показатель устойчиво растет, и возраст древостоя около 40 лет составляет около 45%. Далее кривая динамики показателя выходит на плато и в последующие 60 лет этот параметр устойчиво колеблется ежегодно отклоняясь от средних значений под влиянием колебания факторов среды, но не демонстрируя выраженных трендов изменчивости. Ежегодные колебания параметра под действием экологических условий дают возможность определить экологический фон, способствующий формированию сосной древесины с заданными техническими параметрами.

Выполненные расчеты коэффициентов корреляции между временными рядами индексов прироста по поздней древесине, по ранней древесине, по ширине годовичного кольца (рисунок 3) показали, что колебания в ряду ширины раннего слоя древесины достоверно связаны с колебаниями ширины слоя поздней древесины: коэффициент корреляции 0,40 для рядов длиной 101 год. Эта связь не очень тесная, не функциональная и, следовательно, в аналитической работе ряды этих показателей могут быть использованы как независимые индикаторы.

В то же время, специфика изменчивости радиального прироста такова, что ряды индексов прироста по ранней древесине и по поздней древесине имеют высокую корреляцию с рядом индексов ширины годовичного кольца (коэффициенты корреляции равны 0,80 для ширины слоя поздней древесины и 0,87 для ширины слоя ранней древесины). Таким образом, в формирование динамики ширины годовичного кольца наибольший удельный вклад вносит динамика слоя ранней древесины в том числе с учетом ее коррелированности с динамикой слоя поздней древесины. Последнее не удивительно, ведь коррелированный рост разных частей организма — это естественное свойство присущее всем биологическим объектам. Это важно для понимания экофизиологических аспектов изменчивости радиального прироста и у других хвойных пород, и у сосны обыкновенной из других типов леса, там где нет хорошей возможности провести при измерениях четкую границу между слоем ранней и слоем поздней древесины внутри одного годовичного слоя.

Дендроклиматический анализ показал отсутствие в среде отдельных выраженных лимитирующих климатических факторов, определяющих динамику колебания прироста древесины. Это типично для древостоев из лесных биомов, находящихся в близких к оптимальным условиям существования [7]. Важно понимать, что конкретные достоверные значения коэффициентов корреляции меняются в зависимости от длины анализируемого временного интервала, что хорошо видно при сопоставлении данных таблиц 6 и 7 с данными таблиц 8 и 9. В то же время совпадение достоверных значений коэффициентов корреляции на разных временных интервалах служит дополнительным доказательством неслучайности и биологической значимости выявленных связей. С учетом этого критерия на основании таблиц 6–9 нами была составлена обобщенная таблица 12.

Таблица 12 - Устойчивые, достоверные, биологически значимые связи, выявленные при корреляционном анализе дендрохронологических рядов и рядов среднемесячных температур

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.15>

Метеопараметр	Дендрохронологический параметр	Достоверное значение коэффициентов корреляции при длине ряда 101 год/25 лет
Среднемесячная температура августа прошлого года	Индекс ширины годовичного кольца	-0,21 / -0,49
Среднемесячная температура января текущего года	Индекс ширины слоя поздней древесины	+0,23/+0,48

Экофизиологическое значение выявленных связей в целом понятно. В августе происходит заложение вегетативных почек, в которых преформированы молодые побеги, формирующие ассимиляционную поверхность на следующий год [19]. Число этих побегов, их величина/качество формирования в почках определяют биомассу новой ассимиляционной поверхности, формируемой кроной сосны на следующий год и напрямую связаны с интенсивностью фотосинтеза и запасаения продуктов ассимиляции в органических веществах древесины. Повышенные температуры августа негативно влияют на заложение почек, вероятно — через механизмы создания водного стресса, водного дефицита в тканях дерева. Повышенные температуры января (отсутствие морозов) обеспечивают успешную перезимовку вегетативных почек, снижают суммарный расход продуктов ассимиляции на поддержание зимостойкости (простейший вариант — гидролиз крахмала и насыщение клеточного сока водорастворимыми сахарами как мера увеличения морозостойкости). Сохранение запасов крахмала должно, в свою очередь, обеспечивать быстрый рост молодых побегов, быстрый старт вегетации дерева — за счет использования резервных запасов крахмала, и, следует полагать, более ранний переход к формированию трахеид по типу поздней древесины, большую интенсивность камбиальных делений в этот период [19].

За последние 25 лет роста исследуемого древостоя выявлены следующие достоверные связи между месячными суммами осадков и дендрохронологическими параметрами (таблица 13).

Таблица 13 - Значения достоверных коэффициентов корреляции между дендрохронологическими рядами и рядами месячных сумм осадков

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.5.16>

Метеопараметр	Дендрохронологический параметр	Достоверное значение коэффициентов корреляции при длине ряда 25 лет
Осадки февраля прошлого года	Доля поздней древесины в годичном кольце	-0,42
Осадки мая прошлого года	Доля поздней древесины в годичном кольце	+0,42
Осадки июня прошлого года	Индекс ширины годичного кольца; индекс ширины слоя поздней древесины	+0,51; +0,56
Осадки ноября прошлого года	Индекс ширины слоя ранней древесины	-0,43
Осадки июня текущего года	Индекс ширины годичного кольца; индекс ширины слоя поздней древесины	+0,42; +0,47

Некоторым из выявленных связей легко дать экофизиологическую интерпретацию, некоторым сложнее. Так, очевидно, что недостаток осадков в июне текущего года может негативно сказываться на интенсивности камбиальных делений и будет вести к снижению величины годичного кольца. Однако примечательно, что достоверная связь с этим показателем выявлена в том числе для слоя поздней древесины (+0,47), когда прямое влияние погодных условий на процессы формирования трахеид невозможно, но при этом не фиксируется для слоя ранней древесины (значение коэффициента +0,29 не достоверно при уровне доверительной вероятности 0,05). Выявленные закономерности заслуживают дальнейших дополнительных исследований.

Выявленные при спектральном анализе Фурье цикличности в дендрохронологических рядах близки по периодичности к периодичности геомагнитной активности Солнца в цикле Швабе. Выявленное наличие цикличностей в колебаниях рядов радиального прироста важно, так как свидетельствует о цикличности протекания экофизиологических процессов в организмах деревьев и дает объективные основания для их краткосрочного прогнозирования в лесохозяйственных целях.

Заключение

Таким образом, в ходе исследований был подобран типичный спелый хозяйственно ценный древостой сосны обыкновенной, расположенный в центральной части Русской равнины. С господствующих в пологе древостоя деревьев были отобраны керны древесины и построены индивидуальные хронологии по ширине годичного кольца, по ширине слоя поздней древесины, по ширине слоя ранней древесины, по доле поздней древесины в годичном кольце. На основе индивидуальных хронологий были рассчитаны средние для древостоя хронологии, в том числе средние индексированные хронологии. Выполнен первичный анализ цикличности и климатической обусловленности колебаний дендрохронологических параметров в рассматриваемых хронологиях. Публикуемые хронологии могут быть использованы другими лесоведами для сопоставления с полученными ими хронологиями в целях контроля правильности выполненных измерений, могут быть использованы для перекрестной датировки древесно-кольцевых



хронологий по мертвой древесине из сосновых лесов зеленомошной группы типов леса в центральной части Русской равнины, а также для датировки древесины в деревянных постройках в пределах рассматриваемого региона.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Румянцев Д.Е. Двухсотлетняя хронология ели европейской из национального парка «Лосиный остров» / Д.Е. Румянцев, В.В. Киселева, М.А. Ляпичева [и др.] // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XXI Международной научно-технической конференции, Вологда, 05 декабря 2023 года. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2023. — С. 104–111.
2. Демаков Ю.П. Влияние факторов среды на рост деревьев в сосняках Республики Марий Эл / Ю.П. Демаков. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2023. — 480 с. — ISBN 978-5-8158-2348-8.
3. Бушуева И.С. Засухи Восточно-Европейской равнины по гидрометеорологическим и дендрохронологическим данным / И.С. Бушуева, Е.А. Долгова, А.Н. Золотокрылин [и др.]. — СПб.: Нестор-История, 2017. — 360 с. — ISBN 978-5-4469-1126-4. — EDN: ZQSALJ.
4. Матвеев С.М. Эталонные дендрохронологические шкалы ЦЧР: построение, хранение, применение / С.М. Матвеев, Ю.А. Нестеров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. — 2003. — № 2. — С. 77–86.
5. Матвеев С.М. Дендроклиматический анализ 200-летнего древостоя сосны обыкновенной в Воронежском биосферном заповеднике / С.М. Матвеев, Д.А. Тимащук // Лесоведение. — 2019. — № 2. — С. 93–104. — DOI: 10.1134/S0024114819020074.
6. Румянцев Д.Е. Методические рекомендации по отбору кернов древесины для целей дендрохронологических исследований в лесоведении и лесоводстве / Д.Е. Румянцев, В.А. Липаткин, А.В. Черакшев [и др.]. — Москва: Профессиональная наука, 2022. — 44 с. — ISBN 978-5-907607-18-7. — DOI: 10.54092/9785907607187.
7. Румянцев Д.Е. Потенциал использования дендрохронологической информации в лесной науке и практике: специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)»: дис. ... д-ра биол. наук / Д.Е. Румянцев. — Москва, 2011. — 354 с.
8. Румянцев Д.Е. Идентификация места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации / Д.Е. Румянцев // Роль и значение судебно-экспертной деятельности и судебной экспертологии в обеспечении национальной безопасности: материалы III Международной научно-практической конференции, Минск, 02–03 октября 2025 года. — Минск: ИВЦ Минфина, 2025. — С. 167–171.
9. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620744. База дендроиндикационных данных по сосне и ели Вологодской области: № 2014620395; заявл. 01.04.2014 / Н.В. Ловелиус, С.Б. Пальчиков, Д.Е. Румянцев [и др.]; заявитель РГПУ им. А.И. Герцена.
10. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023624781 Российская Федерация. Многолетняя динамика годичного прироста деревьев сосны обыкновенной в лесах Республики Марий Эл: № 2023624468; заявл. 05.12.2023; опубл. 20.12.2023 / Ю.П. Демаков, А.И. Прыгунова, Е.С. Шарапов; заявитель ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет».
11. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025625549 Российская Федерация. Индивидуальные хронологии радиального прироста древесины деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в естественных древостоях Центральной лесостепи (Воронежская, Липецкая области): заявл. 14.11.2025; опубл. 27.11.2025 / С.М. Матвеев, Д.А. Литовченко, А.В. Мануковская; заявитель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова».
12. Румянцев Д.Е. Статистические закономерности изменчивости временных рядов радиального прироста сосны обыкновенной по показателям синхронности на территории Русской равнины / Д.Е. Румянцев, А.А. Епишков, В.А. Липаткин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 5. — С. 688.
13. Соломина О.Н. Отклик на климатический сигнал ширины годичных колец хвойных в центральной части Восточно-Европейской равнины (Московский регион) / О.Н. Соломина, Д.Е. Румянцев, В.В. Мацковский // География: проблемы науки и образования: материалы ежегодной Международной научно-практической конференции LXIII Герценовские чтения. — СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2010. — С. 321–324.
14. Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН. Лаборатория дендрохронологии. — 2026. — URL: <https://ipae.uran.ru/lab92> (дата обращения: 11.05.2026).
15. Погода и климат. Температура воздуха и осадки по месяцам и по годам. — 2026. — URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (дата обращения: 17.05.2026).
16. Rumyantsev D.E. Dendrochronological Technology for Identifying a Place of Timber Origin / D.E. Rumyantsev, V.A. Lipatkin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. — 2017. — Vol. 8, № 2. — P. 2089–2092.



17. Solomina O.N. Tree-ring data set for dendroclimatic reconstructions and dendrochronological dating in European Russia / O.N. Solomina, V.V. Matskovsky, E.A. Dolgova [et al.] // Scientific Data. — 2022. — Vol. 9. — P. 367. — P. 1–11. — DOI: 10.1038/s41597-022-01456-6.
18. National Centers for Environmental Information (NCEI). Tree Ring. — 2026. — URL: <https://www.ncei.noaa.gov/products/paleoclimatology/tree-ring> (accessed: 02.05.2026).
19. Biologia sosny zwyczajnej / W. Barzdajn, E. Bernadzki, S. Białobok [et al.]; pod red. S. Białoboka [et al.]. — Poznań; Kórnik: Sorus, 1993. — 624 s. — ISBN 83-85599-21-5.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rummyantsev D.E. Dvukhsotletnyaya khronologiya yeli evropeyskoy iz natsional'nogo parka "Losinyy ostrov" [A two-hundred-year chronology of European spruce from the "Losiny Ostrov" National Park] / D.E. Rummyantsev, V.V. Kiseleva, M.A. Lyapicheva [et al.] // Aktual'nyye problemy razvitiya lesnogo kompleksa [Current problems of the development of the forest complex] : proceedings of the XXI International Scientific and Technical Conference, Vologda, December 05, 2023. — Vologda : Vologda State University, 2023. — P. 104–111. [in Russian]
2. Demakov Yu.P. Vliyaniye faktorov sredi na rost derev'yev v sosnyakh Respubliki Mariy El [Influence of environmental factors on tree growth in pine forests of the Mari El Republic] / Yu.P. Demakov. — Yoshkar-Ola : Volga State University of Technology, 2023. — 480 p. — ISBN 978-5-8158-2348-8. [in Russian]
3. Bushueva I.S. Zasukhi Vostochno-Yevropeyskoy ravniny po gidrometeorologicheskim i dendrokronologicheskim dannym [Droughts of the East European Plain based on hydrometeorological and dendrochronological data] / I.S. Bushueva, E.A. Dolgova, A.N. Zolotokrylin [et al.]. — St. Petersburg : Nestor-Istoriya, 2017. — 360 p. — ISBN 978-5-4469-1126-4. — EDN: ZQSALJ. [in Russian]
4. Matveev S.M. Etalonnnye dendrokronologicheskiye shkaly TsChR: postroyeniye, khraneniye, primeneniye [Reference dendrochronological scales of the Central Black Earth Region: construction, storage, application] / S.M. Matveev, Yu.A. Nesterov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya [Bulletin of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology]. — 2003. — № 2. — P. 77–86. [in Russian]
5. Matveev S.M. Dendroklimaticheskiy analiz 200-letnego drevostoya sosny obyknovnoy v Voronezhskom biosfernom zapovednike [Dendroclimatic analysis of a 200-year-old Scots pine stand in the Voronezh Biosphere Reserve] / S.M. Matveev, D.A. Timashchuk // Lesovedeniye [Russian Forest Science]. — 2019. — № 2. — P. 93–104. — DOI: 10.1134/S0024114819020074. [in Russian]
6. Rummyantsev D.E. Metodicheskiye rekomendatsii po otboru kernov drevesiny dlya tseley dendrokronologicheskikh issledovaniy v lesovedenii i lesovodstve [Methodological recommendations for sampling wood cores for dendrochronological research in forest science and forestry] / D.E. Rummyantsev, V.A. Lipatkin, A.V. Cherakhev [et al.]. — Moscow : Professionalnaya nauka, 2022. — 44 p. — ISBN 978-5-907607-18-7. — DOI: 10.54092/9785907607187. [in Russian]
7. Rummyantsev D.E. Potentsial ispol'zovaniya dendrokronologicheskoy informatsii v lesnoy nauke i praktike [Potential of using dendrochronological information in forest science and practice] : specialty 03.02.08 "Ecology (by industry)": dis. ... dr. biol. sciences / D.E. Rummyantsev. — Moscow, 2011. — 354 p. [in Russian]
8. Rummyantsev D.E. Identifikatsiya mesta proiskhozhdeniya drevesiny na osnove dendrokronologicheskoy informatsii [Identification of the origin of wood based on dendrochronological information] / D.E. Rummyantsev // Rol' i znachenkiye sudebno-ekspertnoy deyatel'nosti i sudebnoy ekspertologii v obespechenii natsional'noy bezopasnosti [The role and significance of forensic expert activity and forensic expertology in ensuring national security] : proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Minsk, October 02–03, 2025. — Minsk : IVC Minfina, 2025. — P. 167–171. [in Russian]
9. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh No. 2014620744. Baza dendroindikatsionnykh dannykh po sosne i yeli Vologodskoy oblasti [Certificate of state registration of database No. 2014620744. Database of dendroindication data on pine and spruce of the Vologda Region] : No. 2014620395 ; filed 01.04.2014 / N.V. Lovelius, S.B. Palchikov, D.E. Rummyantsev [et al.] ; applicant Herzen State Pedagogical University of Russia. [in Russian]
10. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh No. 2023624781 Rossiyskaya Federatsiya. Mnogoletnyaya dinamika godichnogo prirosta derev'yev sosny obyknovnoy v lesakh Respubliki Mariy El [Certificate of state registration of database No. 2023624781 Russian Federation. Long-term dynamics of annual growth of Scots pine trees in the forests of the Mari El Republic] : No. 2023624468 ; filed 05.12.2023 ; published 20.12.2023 / Yu.P. Demakov, A.I. Prygunova, E.S. Sharapov ; applicant Volga State University of Technology. [in Russian]
11. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh No. 2025625549 Rossiyskaya Federatsiya. Individual'nyye khronologii radial'nogo prirosta drevesiny derev'yev sosny obyknovnoy (Pinus sylvestris L.) v yestestvennykh drevostoyakh Tsentral'noy lesostepi (Voronezhskaya, Lipetskaya oblasti) [Certificate of state registration of database No. 2025625549 Russian Federation. Individual chronologies of radial growth of Scots pine (Pinus sylvestris L.) trees in natural stands of the Central Forest-Steppe (Voronezh, Lipetsk Regions)] : filed 14.11.2025 ; published 27.11.2025 / S.M. Matveev, D.A. Litovchenko, A.V. Manukovskaya ; applicant Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov. [in Russian]
12. Rummyantsev D.E. Statisticheskiye zakonomernosti izmenchivosti vremennykh ryadov radial'nogo prirosta sosny obyknovnoy po pokazatelyam sinkhronnosti na territorii Russkoy ravniny [Statistical patterns of variability of time series of radial growth of Scots pine by indicators of synchronicity on the territory of the Russian Plain] / D.E. Rummyantsev, A.A. Epishkov, V.A. Lipatkin [et al.] // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]. — 2015. — № 5. — P. 688. [in Russian]
13. Solomina O.N. Otklik na klimaticheskiy signal shiriny godichnykh kolets khvoynykh v tsentral'noy chasti Vostochno-Yevropeyskoy ravniny (Moskovskiy region) [Response to the climatic signal of the width of conifer tree rings in the central



part of the East European Plain (Moscow Region)] / O.N. Solomina, D.E. Rumyantsev, V.V. Matskovsky // *Geografiya: problemy nauki i obrazovaniya* [Geography: problems of science and education] : proceedings of the annual International Scientific and Practical Conference LXIII Herzen Readings. — St. Petersburg : Herzen State Pedagogical University of Russia, 2010. — P. 321–324. [in Russian]

14. Institut ekologii rasteniy i zhivotnykh Ural'skogo otdeleniya RAN. Laboratoriya dendrokronologii [Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Laboratory of Dendrochronology]. — 2026. — URL: <https://ipae.uran.ru/lab92> (accessed: 11.05.2026). [in Russian]

15. Pogoda i klimat. Temperatura vozdukha i osadki po mesyatsam i po godam [Weather and climate. Air temperature and precipitation by month and year]. — 2026. — URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (accessed: 17.05.2026). [in Russian]

16. Rumyantsev D.E. Dendrochronological Technology for Identifying a Place of Timber Origin / D.E. Rumyantsev, V.A. Lipatkin // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. — 2017. — Vol. 8, № 2. — P. 2089–2092.

17. Solomina O.N. Tree-ring data set for dendroclimatic reconstructions and dendrochronological dating in European Russia / O.N. Solomina, V.V. Matskovsky, E.A. Dolgova [et al.] // *Scientific Data*. — 2022. — Vol. 9. — P. 367. — P. 1–11. — DOI: 10.1038/s41597-022-01456-6.

18. National Centers for Environmental Information (NCEI). Tree Ring. — 2026. — URL: <https://www.ncei.noaa.gov/products/paleoclimatology/tree-ring> (accessed: 02.05.2026).

19. *Biologia sosny zwyczajnej* [Biology of Scots pine] / W. Barzdajn, E. Bernadzki, S. Białobok [et al.] ; ed. by S. Białobok [et al.]. — Poznań ; Kórnik : Sorus, 1993. — 624 p. — ISBN 83-85599-21-5. [in Polish]