



ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2026.10.2>

EDN: NOJNPK

ДИАГНОСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ РОСТА ПРИСПЕВАЮЩЕГО ДРЕВОСТОЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ ЩЕЛКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ

Научная статья

Котов А.С.^{1,*}, Стоноженко Л.В.², Чернакова Е.В.³, Плотников Д.В.⁴, Петрова С.И.⁵, Горелова С.Г.⁶² ORCID : 0000-0002-3836-1384;³ ORCID : 0009-0003-5708-9464;^{1,2,3} Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Москва, Российская Федерация^{4,5,6} Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Мытищи, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (aleksandr.kotov.80[at]mail.ru)

Предложена: 19.04.2026; Принята: 25.05.2026; Опубликовано: 27.05.2026

Аннотация

Проведены дендроклиматические исследования в приспевающем хозяйственно ценном древостое сосны обыкновенной из кисличного типа леса на территории Щелковского учебно-опытного лесхоза. Установлены основные климатические факторы, определяющие колебания в формировании прироста древесины: температура декабря, температура января, сумма осадков июля. Динамика индексов радиального прироста смоделирована уравнением линейной регрессии, полученная модель на некоторых временных интервалах имеет высокий уровень адекватности исходной хронологии, а на некоторых — низкий. Это свидетельствует о нестационарности климатического сигнала в исследуемой хронологии. С учетом наблюдающегося тренда на рост температур декабря спрогнозирован рост продуктивности сосновых лесов лесхоза по мере изменения климата. Выполнены исследования цикличности колебаний во временном ряду радиального прироста, выявлена основная компонента с периодом 12,8 лет, что дает основания для прогнозирования периодов повышенной и пониженной устойчивости древостоев.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, годовые кольца, дендрохронология, дендроклиматология, прогноз реакции лесов на изменения климата.

ANALYSIS OF GROWTH TRAITS IN A MATURING SCOTS PINE STAND AT THE SHCHYOLKOVO TRAINING AND EXPERIMENTAL FORESTRY ENTERPRISE BASED ON ANNUAL RING ANALYSIS

Research article

Kotov A.S.^{1,*}, Stonozhenko L.V.², Chernakova Y.V.³, Plotnikov D.V.⁴, Petrova S.I.⁵, Gorelova S.G.⁶² ORCID : 0000-0002-3836-1384;³ ORCID : 0009-0003-5708-9464;^{1,2,3} Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation^{4,5,6} Mytishchi Branch of the Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi, Russian Federation

* Corresponding author (aleksandr.kotov.80[at]mail.ru)

Suggested: 19.04.2026; Accepted: 25.05.2026; Published: 27.05.2026

Abstract

Dendroclimatic studies were conducted in a maturing, agriculturally valuable Scots pine stand in a sorrel family forest within the Shchylkovo Training and Experimental Forestry Enterprise. The main climatic factors determining fluctuations in annual ring formation were identified: December temperature, January temperature, and July precipitation. The dynamics of radial growth indices were simulated using a linear regression equation; the resulting model has a high level of adequacy to the original chronology over some time intervals, and a low level over others. This testifies to the non-stationarity of the climatic signal in the studied chronology. Given the observed trend towards rising December temperatures, an increase in the productivity of the forestry enterprise's pine forests has been predicted as the climate changes. Studies of the cyclical nature of fluctuations in the radial growth time series have been carried out, and a main component with a period of 12.8 years has been identified, which provides a basis for forecasting periods of increased and decreased stand stability.

Keywords: Scots pine, annual rings, dendrochronology, dendroclimatology, predicting forest responses to climate change.

Введение

Изменчивость радиального прироста сосны обыкновенной в лесной зоне Русской равнины очень хорошо изучена, обширную обзорную информацию по этому вопросу содержат ранее опубликованные работы [1], [3], [5], [8], [9]. Тем не менее, по мере углубления знаний в этой области [11], [12], закономерно встают новые научные вопросы, требующие и осмысления ранее накопленного материала, и проведения новых полевых и последующих лабораторных исследований. Целью данной работы было выявление типичного хозяйственно ценного приспевающего древостоя сосны обыкновенной, выявление климатической обусловленности в ежегодных колебаниях интенсивности накопления им древесины, математическое моделирование этого процесса и прогнозирование динамики продуктивности хозяйственно ценных сосновых лесов в целом на фоне меняющегося климата Московского региона. Эта информация,

собранный в комплексе будет способствовать росту нашего понимания экофизиологических механизмов, лежащих в основе продукционного процесса основных лесов и определяющих их эдифицирующие функции [2], [13].

Работы выполнены на базе Щелковского учебно-опытного лесхоза, расположенного на северо-востоке Московской области и многие десятилетия являющегося научным и учебным полигоном для студентов, аспирантов и сотрудников Московского лесотехнического института, Московского государственного университета леса, Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана. Материалы данного исследования были частично апробированы в докладе на международном молодежном форуме «Ломоносов-2026» в МГУ им. М.В. Ломоносова.

Методы и принципы исследования

Работы выполнялись на базе лаборатории дендрохронологии МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по стандартной методике, используемой в лаборатории [6], [7], [12]. С помощью бурава Пресслера на высоте 1,3 м были отобраны керны древесины. После специальной обработки велись измерения ширины годичного слоя. Всего было выполнено измерение для 707 годичных колец у 11 учетных деревьев. Все индивидуальные хронологии подвергались перекрестной датировке в программе GROWLINE для контроля за правильностью измерений ширины годичного кольца на кернах, выявления потенциально существующих выпавших и ложных годичных колец.

Для дендроклиматического анализа использовались метеоданные расположенной в городе Москве метеостанции [14]. Расположение метеорологической станции в Москве (город Москва, Россия): широта **55.8314**, долгота **37.6221**, высота над уровнем моря **147 м**.

Таксационные характеристики исследуемого древостоя по данным натурной таксации приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные таксационные показатели на 2021–2022 годы перечёта

DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2026.10.2.1>

№ ППП	Площадь, га	Годы перечёта	Ярус	Состав	Возраст, лет	Среднее значение		Р, отн.	За-пас, м ³ /га
						Высота, м	Диаметр, см		
137 Кв39 Выд 5	0,2	2015 2021	I	86С	71	32,7	28,3	0,94	458
				6Л		27,9	17,3		35
				7Б		26,4	33,3		36
				1Лп		26	23		9
			II	44Е		13	10,3	0,15	14
				41Лп		16,4	18,3		13
				6Д		11,5	9		2
				6Б		19,5	18		2
				3Кл		18,7	16,9		1

Таким образом, исследуемый древостой имеет состав первого яруса 9С1Лц, сформировался он в условиях кисличного типа леса. В живом напочвенном покрове здесь преобладают кислица (*Oxalis acetosella* L.), зеленчук желтый (*Lamium galeobdolon subsp. galeobdolon* (L.) L.), растут также щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora* DC.), мицелис стеной (*Lactuca muralis* (L.) Gaertn.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman), кощедушник женский (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth ex Mert.) копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), звездчатка жестколистная (*Stellaria holostea* L.), щитовник игольчатый (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н.Р.Fuchs.), живучка ползучая (*Ajuga reptans* L.). В подлеске присутствуют рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* (L.) Н.Karst.). В подросте присутствуют клен остролистный (*Acer platanoides* L.) и липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.).

Основные результаты

Из полученных данных были составлены графики по динамике ширины годичного кольца у учетных деревьев сосны обыкновенной (рисунок 1) и средняя общая хронология для древостоя (рисунок 2). Видно, что они обладают выраженным возрастным трендом, обусловленным эндогенными биологическими особенностями формирования ствола дерева.

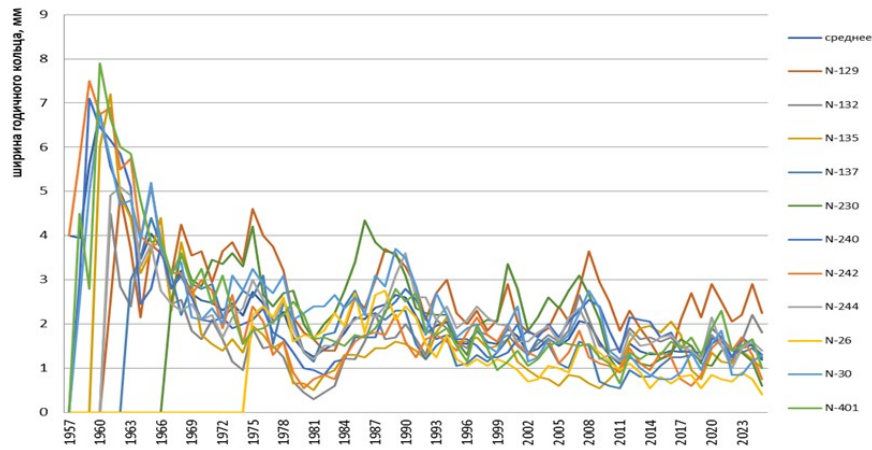


Рисунок 1 - Динамика ширины годичного кольца у учетных деревьев сосны обыкновенной
DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2026.10.2.2>

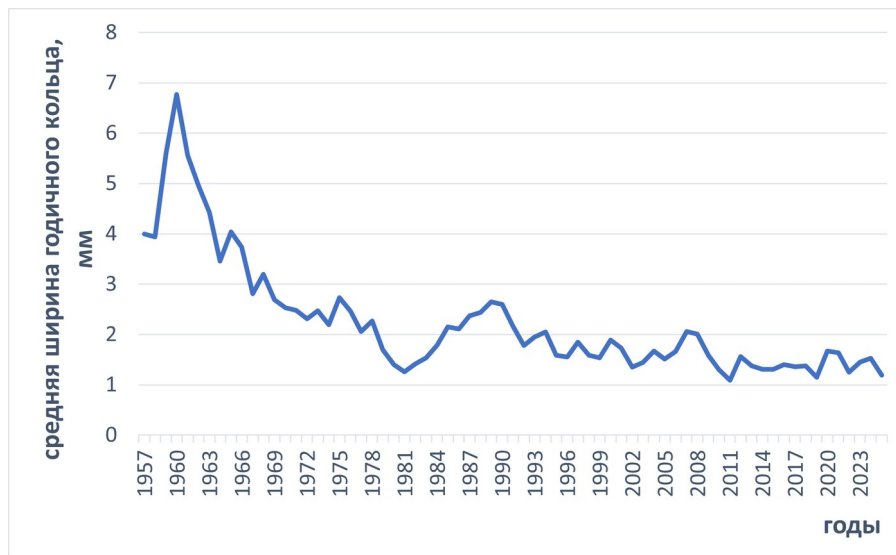


Рисунок 2 - Средняя обобщенная хронология для древостоя
DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2026.10.2.3>

При удалении возрастного тренда получены индивидуальные индексированные хронологии для исследуемых учетных деревьев (рисунок 3) и на их основе рассчитана средняя индексированная хронология (рисунок 4).

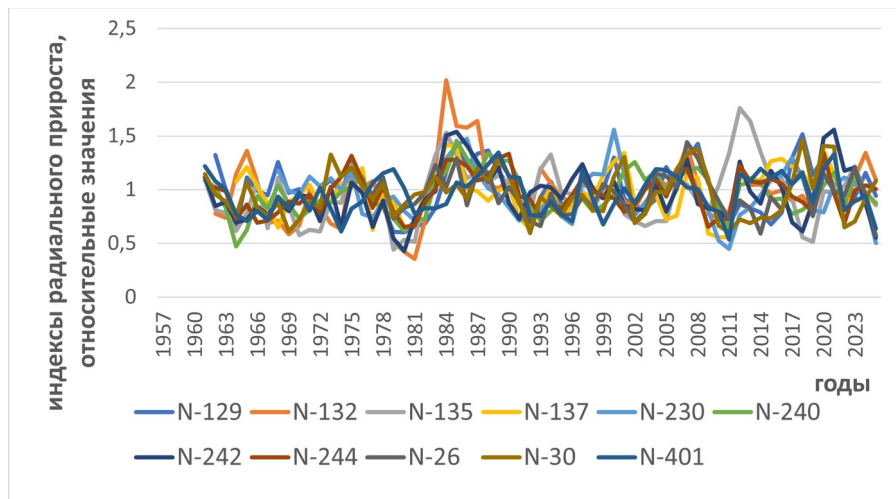


Рисунок 3 - Индивидуальные индексированные хронологии
DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2026.10.2.4>

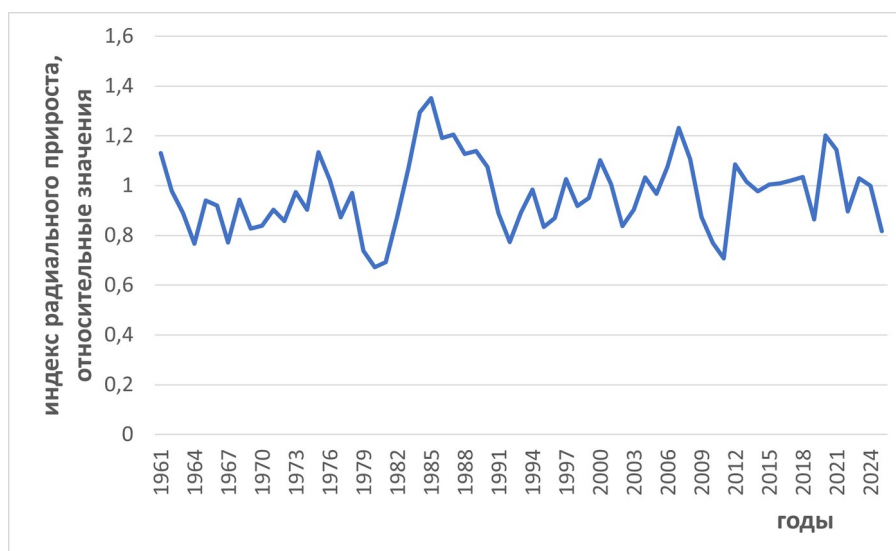


Рисунок 4 - Средняя индексированная хронология для древостоя
DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2026.10.2.5>

Производился расчет коэффициентов корреляции между обобщенным временным рядом индексов прироста и временными рядами метеопараметров: месячная сумма осадков, среднемесячная температура. Расчет велся как с рядами в календарный год формирования годичного кольца, так и с рядами сдвинутыми на один год назад относительно временного ряда прироста, что обеспечивало выявление влияния на прирост экологических условий прошлого вегетационного сезона и экологических условий в период зимовки растений (и в период физиологической подготовки к ней). Расчеты проводились для периода 1961–2023 гг. Методом корреляционного анализа установлено, что на рост древостоя сосны достоверно влияют ($p=0,05$) следующие метеопараметры: температура декабря (прошлого календарного года) и температура января календарного года формирования годичного кольца. Коэффициенты корреляции равны соответственно +0,38, +0,30. Также на колебания ширины годичного кольца достоверно влияют колебания месячной суммы осадков в июле: коэффициент корреляции между рядом индексов прироста и временным рядом по данному метеопараметру равен +0,30.

Полученные результаты хорошо согласуются с выводами предыдущих исследований. Так, положительное влияние на прирост повышенных температур января зафиксирована в сопоставимых по возрасту древостоях расположенных на северо-востоке Московской области в Сергиево-Посадском [3] и во Фряновском лесничествах [8], [9]. Положительно влияние повышенных температур декабря на рост сосны было зафиксировано при обработке дендрохронологического материала по аналогичной методике для сосновых лесов заповедника «Кивач» (Южная Карелия) [11]. Таким образом, в ходе выполненного исследования действительно выявлена некоторая общая тенденция в изменении продукционного процесса сосновых лесов при потеплении зимних температур декабря и января.

Обсуждение

С использованием стандартной функции программы Microsoft Excel было выполнено моделирование динамики индексов прироста сосны в исследуемом древостое. Получено следующее уравнение линейной регрессии:

$$Y = 1,0135 + 0,0007 \cdot O_7 + 0,0061 \cdot T_1 + 0,012 \cdot T_{12}$$

где:

O_7 — месячная сумма осадков июля, мм;

T_1 — среднемесячная температура января, °С;

T_{12} — среднемесячная температура декабря прошлого года, °С.

Результаты моделирования динамики индексов радиального прироста с помощью полученного уравнения регрессии отражены на графике на рисунке 5.

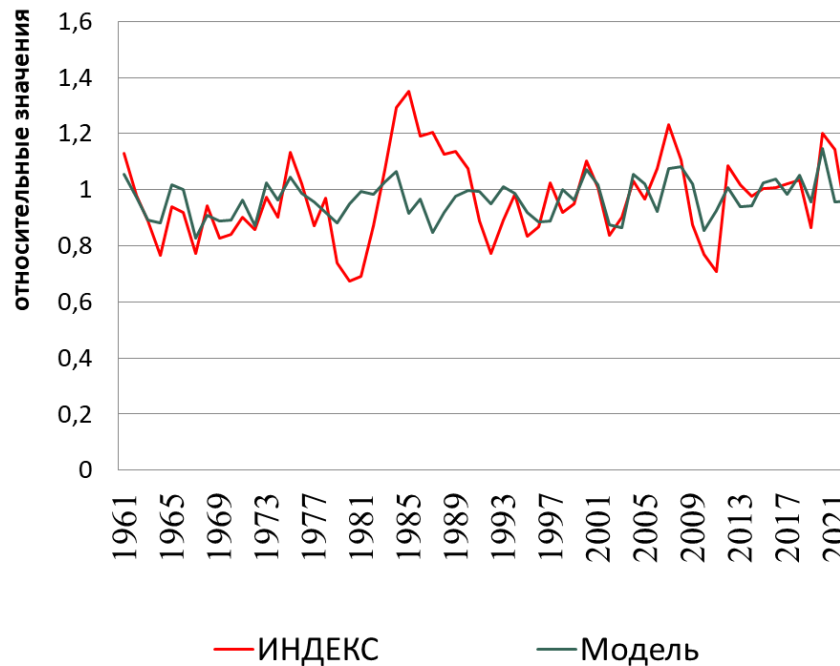


Рисунок 5 - Результаты моделирования динамики индексов радиального прироста на основе уравнения линейной регрессии

DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2026.10.2.6>

Визуальный анализ показывает, что с 1961 по 1978 год и с 1992 по 2022 год модель адекватно описывает колебания прироста древесины в древостое. Они климатически обусловлены и зависят именно от этих параметров. В период 1979–1990 гг. динамика индексов в древостое этой моделью описывается плохо и причины этого могут быть разными. Но важен сам факт еще одного подтверждения нестационарности климатического сигнала в хронологиях сосны обыкновенной из лесных экосистем Русской равнины.

На рисунке 6 отражена динамика среднемесячной температуры декабря и результаты прогнозирования ее роста в ближайшие сто лет. Прогнозируемый рост зимних температур положительно скажется на росте продуктивности сосновых лесов Московского региона. Особенно хорошим ростом будут характеризоваться леса, сформировавшиеся на свежих почвах, в условиях хорошего снабжения грунтовыми водами.

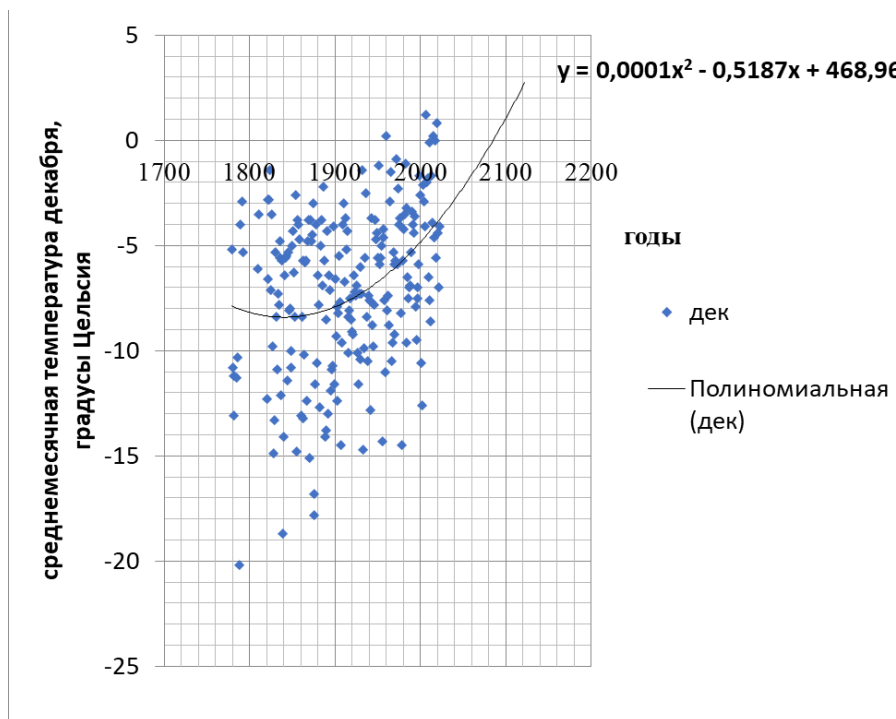


Рисунок 6 - Динамика среднемесячной температуры декабря и ее прогноз
DOI: <https://doi.org/10.60797/БИО.2026.10.2.7>

Таким образом, наблюдается устойчивый рост температур декабря и с учетом данных дендроклиматического анализа это дает основания для уверенного прогнозирования роста прироста древесины в древостоях сосны. Во многом сходные результаты были получены при анализе особенностей роста ели сербской в дендрарии МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана [4]. Было установлено, что если существующие долговременные тенденции к росту зимних температур в Московском регионе сохранятся, то его климат станет более благоприятным для произрастания ели сербской. Уже сейчас в ее хронологиях наблюдается положительный тренд на увеличение прироста, сопряженный с трендом увеличения средней зимней температуры.

В ходе исследований была также проанализирована цикличность колебаний прироста в ряду индексов прироста за период 1961–2025 гг. Для этого была использована стандартная процедура анализа — одномерный спектральный анализ Фурье в программе STATISTICA 13.3 (рисунок 7).

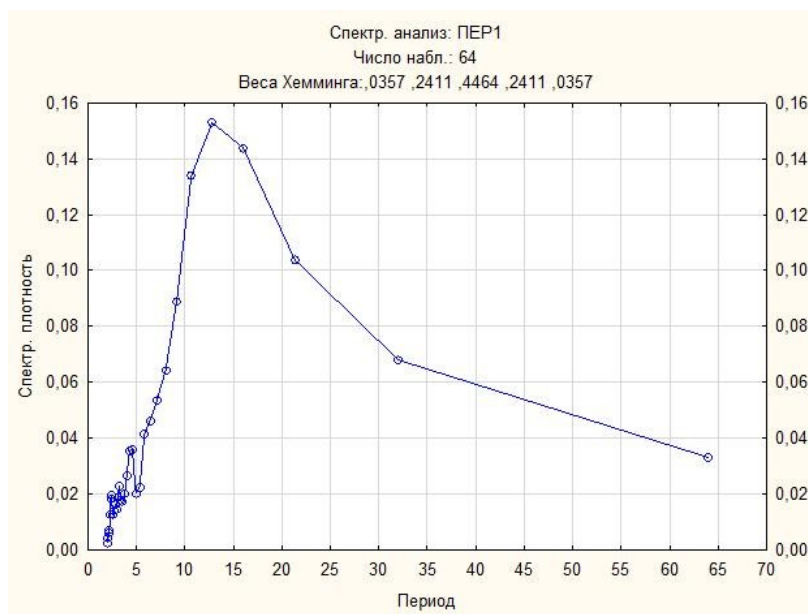


Рисунок 7 - Результаты одномерного спектрального анализа Фурье
DOI: <https://doi.org/10.60797/БИО.2026.10.2.8>



В результате выявлено присутствие ярко выраженной циклической компоненты с периодом 12,8 лет, что в целом, соответствует циклу солнечной геомагнитной активности известному, как цикл Швабе. Таким образом, помимо того, что временной ряд содержит нестационарный климатический сигнал, он также содержит выраженную циклическую составляющую, связанную, по-видимому, с изменениями геомагнитной активности Солнца.

Заключение

В результате выполненных исследований выявлены основные климатические факторы, колебания которых от года к году определяют характер колебания от года к году величины прироста древесины: температура декабря, температура января и осадки июля. С учетом наблюдающегося тренда на рост температур декабря следует прогнозировать рост продуктивности древостоев сосны. Особенно хорошим ростом будут характеризоваться сосновые леса, сформировавшиеся на свежих почвах, в условиях хорошего снабжения грунтовыми водами. При плантационном разведении сосны может оказаться целесообразным искусственный полив посадок в июле. Также в ходе исследований была проанализирована цикличность колебаний прироста в ряду индексов прироста и выявлено присутствие в нем ярко выраженной циклической компоненты с периодом 12,8 лет. Это свидетельствует о циклических колебаниях продуктивности и, следовательно, о циклических колебаниях в физиологическом состоянии деревьев в исследуемом древостое и дает основания для прогнозирования периодов повышенной и пониженной устойчивости древостоя.

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. Анализ сходства временных рядов по разным видам радиального прироста (на примере сосняков брусничных Бабаевского района Вологодской области) / Д.Е. Румянцев, А.С. Котов, А.Е. Парфенова [и др.] // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2025. — № 4(56). — DOI: 10.60797/JAE.2025.56.2.
2. Ваганов Е.А. Рост и структура годичных колец хвойных / Е.А. Ваганов. — Новосибирск : Наука, 2000. — 232 с.
3. Воробьева Н.С. Влияние климатических факторов на формирование годичного радиального прироста сосны в культурах на территории Молокчинского заказника (Московская область) / Н.С. Воробьева, А.А. Епишков, Д.В. Белобров // *Cifra. Биологические науки*. — 2024. — № 1(1). — DOI: 10.18454/ВЮ.2024.1.3.
4. Воробьева Н.С. Биоэкологические особенности роста ели сербской в дендрарии МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана / Н.С. Воробьева, М.В. Шаповалов, Д.В. Плотников [и др.] // *Cifra. Биологические науки*. — 2025. — № 4(8). — DOI: 10.60797/ВЮ.2025.8.1.
5. 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.
6. Матвеев С.М. Методика дендрохронологического анализа: методические указания к лабораторным работам по дендрохронологии для студентов специальности 260400 — Лесное и лесопарковое хозяйство / С.М. Матвеев. — Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 1999. — 31 с.
7. 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.
8. Лежнев Д.В. Прогноз изменения углероддепонирующей функции в сосновом древостое карбонового полигона в Московской области под влиянием климатических трансформаций / Д.В. Лежнев, А.А. Епишков, Е.В. Колетвинова // *Cifra. Биологические науки*. — 2024. — № 1(1). — DOI: 10.18454/ВЮ.2024.1.5.
9. Румянцев Д.Е. Оценка влияния климатического режима на относительную интенсивность депонирования углерода в древостоях сосны обыкновенной в условиях карбонового полигона Фряновского лесничества (Московская область) / Д.Е. Румянцев, С.И. Чумаченко, В.А. Липаткин [и др.] // *Лесной вестник. Forestry Bulletin*. — 2024. — Т. 28, № 4. — С. 43–52. — DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-43-52.
10. Плотников Д.В. Дендрохронологический анализ закономерностей роста приспевающего древостоя сосны обыкновенной из Щелковского учебно-опытного лесхоза / Д.В. Плотников, С.Г. Горелова, С.И. Петрова // *Ломоносов-2026 : материалы Международного молодежного научного форума*, Москва, 11–25 апреля 2026 года. — Москва : МАКС Пресс, 2026.
11. Румянцев Д.Е. Влияние климатических факторов на рост сосны в южной Карелии / Д.Е. Румянцев // *Лесоведение*. — 2004. — № 5. — С. 73–75.
12. 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.
13. Чуракова О.В. Проблемы экофизиологической интерпретации климатического сигнала в дендрохронологических и дендроизотопных рядах / О.В. Чуракова, Д.Е. Румянцев // *Лесохозяйственная информация*. — 2024. — № 2. — С. 19–36. — DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2024.2.02.
14. Температура воздуха и осадки по месяцам и по годам // *Архив погоды, погода в России, СНГ, Балтии, Грузии, Дальнем Зарубежье*. — 2026. — URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php> (дата обращения: 08.11.2025).



Список литературы на английском языке / References in English

1. Rumyantsev D.E. Analiz skhodstva vremennykh ryadov po raznym vidam radial'nogo prirosta (na primere sosnyakov brusnichnykh Babayevskogo rayona Vologodskoy oblasti) [Analysis of similarity of time series for different types of radial increment (on the example of cowberry pine forests of the Babayevsky District of the Vologda Region)] / D.E. Rumyantsev, A.S. Kotov, A.E. Parfenova [et al.] // Journal of Agriculture and Environment. — 2025. — No. 4(56). — DOI: 10.60797/JAE.2025.56.2. [in Russian]
2. Vaganov E.A. Rost i struktura godichnykh kolets khvoynykh [Growth and structure of conifer annual rings] / E.A. Vaganov. — Novosibirsk : Nauka, 2000. — 232 p. [in Russian]
3. Vorobieva N.S. Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na formirovaniye godichnogo radial'nogo prirosta sosny v kul'turakh na territorii Molokchinskogo zakaznika (Moskovskaya oblast') [Influence of climatic factors on the formation of annual radial growth of pine in plantations on the territory of the Molokcha Sanctuary (Moscow Region)] / N.S. Vorobieva, A.A. Epishkov, D.V. Belobrov // Cifra. Biologicheskiye nauki [Cifra. Biological Sciences]. — 2024. — No. 1(1). — DOI: 10.18454/BIO.2024.1.3. [in Russian]
4. Vorobieva N.S. Bioekologicheskiye osobennosti rosta yeli serbskoy v dendrarii MF MGTU im. N.E. Baumana [Bioecological characteristics of the growth of Serbian spruce in the arboretum of the MF of Bauman Moscow State Technical University] / N.S. Vorobieva, M.V. Shapovalov, D.V. Plotnikov [et al.] // Cifra. Biologicheskiye nauki [Cifra. Biological Sciences]. — 2025. — No. 4(8). — DOI: 10.60797/BIO.2025.8.1. [in Russian]
5. Demakov Yu.P. Vliyaniye faktorov srede 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]
6. Matveev S.M. Metodika dendrokronologicheskogo analiza [Methods of dendrochronological analysis] : methodological guidelines for laboratory work on dendrochronology for students of specialty 260400 — Forestry and Park Management / S.M. Matveev. — Voronezh : Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, 1999. — 31 p. [in Russian]
7. Rumyantsev D.E. Metodicheskiye rekomendatsii po otboru kernov drevesiny dlya tsey dendrokronologicheskikh issledovaniy v lesovedenii i lesovodstve [Methodological recommendations for sampling wood cores for dendrochronological research in forest science and forestry] / D.E. Rumyantsev, V.A. Lipatkin, A.V. Cherakshev [et al.]. — Moscow : Professionalnaya nauka, 2022. — 44 p. — ISBN 978-5-907607-18-7. — DOI: 10.54092/9785907607187. [in Russian]
8. Lezhnev D.V. Prognoz izmeneniya uglerododeponiruyushchey funktsii v osnovom drevostoye karbonovogo poligona v Moskovskoy oblasti pod vliyaniem klimaticheskikh transformatsiy [Forecast of changes in the carbon depositing function of a pine stand at a carbon polygon in the Moscow Region under the influence of climatic transformations] / D.V. Lezhnev, A.A. Epishkov, E.V. Kolevinova // Cifra. Biologicheskiye nauki [Cifra. Biological Sciences]. — 2024. — No. 1(1). — DOI: 10.18454/BIO.2024.1.5. [in Russian]
9. Rumyantsev D.E. Otsenka vliyaniya klimaticheskogo rezhima na otnositel'nyuyu intensivnost' deponirovaniya ugleroda v drevostoyakh sosny obyknovennoy v usloviyakh karbonovogo poligona Fryanovskogo lesnichestva (Moskovskaya oblast') [Assessment of the influence of climatic regime on the relative intensity of carbon deposition in Scots pine stands under the conditions of the carbon polygon of Fryanovo Forestry (Moscow Region)] / D.E. Rumyantsev, S.I. Chumachenko, V.A. Lipatkin [et al.] // Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin. — 2024. — Vol. 28, No. 4. — P. 43–52. — DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-43-52. [in Russian]
10. Plotnikov D.V. Dendrokronologicheskyy analiz zakonornostey rosta prispevayushchego drevostoya sosny obyknovennoy iz Shchelkovskogo uchebno-opyt'nogo leskhoza [Dendrochronological analysis of growth patterns of a maturing Scots pine stand from the Shcholkovo Educational and Experimental Forestry] / D.V. Plotnikov, S.G. Gorelova, S.I. Petrova // Lomonosov-2026 : proceedings of the International Youth Scientific Forum, Moscow, April 11–25, 2026. — Moscow : MAKS Press, 2026. [in Russian]
11. Rumyantsev D.E. Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na rost sosny v yuzhnoy Karelii [Influence of climatic factors on pine growth in southern Karelia] / D.E. Rumyantsev // Lesovedeniye [Russian Forest Science]. — 2004. — No. 5. — P. 73–75. [in Russian]
12. Rumyantsev 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. Rumyantsev. — Moscow, 2011. — 354 p. [in Russian]
13. Churakova O.V. Problemy ekofiziologicheskoy interpretatsii klimaticheskogo signala v dendrokronologicheskikh i dendroizotopnykh ryadakh [Problems of ecophysiological interpretation of the climatic signal in dendrochronological and dendroisotopic series] / O.V. Churakova, D.E. Rumyantsev // Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry Information]. — 2024. — No. 2. — P. 19–36. — DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2024.2.02. [in Russian]
14. Temperatura vozdukhа i osadki po mesyatsam i po godam [Air temperature and precipitation by month and year] // Arkhiv pogody, pogoda v Rossii, SNG, Baltii, Gruzii, Dal'nem Zarubezh'ye [Weather archive, weather in Russia, CIS, Baltic States, Georgia, Far Abroad]. — 2026. — URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php> (accessed: 08.11.2025). [in Russian]