

УДК 630*181.65: 630*174.754: 630*43.001.57

С.М. Матвеев, В.В. Чеботарев

Матвеев Сергей Михайлович родился в 1962 г., окончил в 1984 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет 27 печатных работ в области лесной экологии, дендроклиматологии, устойчивости сосновых насаждений к антропогенным воздействиям.



Чеботарев Владимир Викторович родился в 1972 г., окончил в 1997 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения ВГЛТА. Имеет 4 печатные работы в области лесной экологии и пирологии, лесовосстановления горельников ЦЧР.



**ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСНЯКОВ
УСМАНСКОГО БОРА И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПОЖАРООПАСНЫХ СЕЗОНОВ**

Исследовано влияние метеофакторов на радиальный прирост сосны и число лесных пожаров. Построенные математические модели позволяют использовать индексы прироста в качестве интегрального показателя метеоусловий для реконструкции и прогнозирования пожароопасных сезонов.

лесостепь, дендрохронология, прирост, метеофакторы, гидротермический коэффициент, количество пожаров.

В последние десятилетия широко исследуется влияние климата на древесную растительность. Дендроклиматологи разных стран изучают связи прироста деревьев с климатическими факторами, которые, при условии их значимости и достоверности, позволяют прогнозировать как климатические изменения, так и динамику роста и развития лесных сообществ. Такие исследования ведутся и в сосновых борах Центральной лесостепи Русской равнины [4, 5, 7–9 и др.].

Признание специалистов получили дендрохронологические методы изучения динамики лесных пожаров: для датирования календарных лет прошлых пожаров, определения степени их воздействия на древесной, реконструкции и прогнозирования пожароопасных сезонов [2, 10 и др.].

Наиболее простой и надежный способ изучения связей годичного прироста сосны с климатическими факторами – прямое сопоставление прироста за исследуемый временной ряд с соответствующими изменениями отдельных метеорологических элементов. В нашей работе метеорологические показатели рассчитывали по данным Воронежской метеостанции.

Центральная лесостепь характеризуется засушливым климатом с неравномерным увлажнением как в течение года, так и по отдельным годам. В связи с этим для анализа связей климатических факторов с радиальным приростом сосны обыкновенной и динамикой лесных пожаров были выбраны следующие показатели: осадки и средняя температура воздуха за вегетационный период, гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова (за период май – сентябрь), а также солнечная активность W (в числах Вольфа).

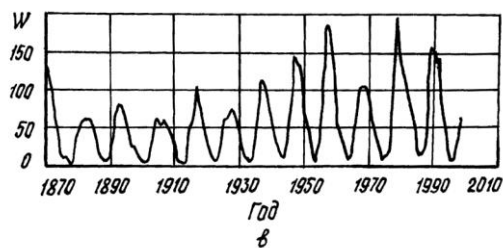
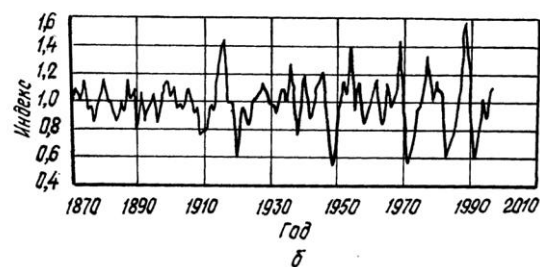
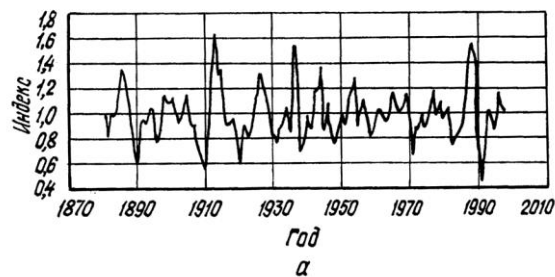
Дендрохронологические данные приведены по результатам замеров радиального прироста на двух участках естественных насаждений сосны обыкновенной в Левобережном лесничестве Учебно-опытного лесхоза ВГЛТА (южная часть Усманского бора). Возраст древостоев 120 ... 140 лет, класс бонитета I, полнота 0,6 ... 0,7.

Образцы (керны) древесины отбирали возрастным буравом на высоте 1,3 м с западной и восточной стороны каждого учетного дерева. В ТЛУ свежий бор (A_2) отобрано и измерено 14 кернов (пробная площадь 1), в ТЛУ свежая суборь (B_2) – 20 кернов (проба 2). Радиальный прирост выражен в относительных индексах [1]. Полученные результаты обработаны статистически.

За весь дендрохронологический ряд (на пробе 1 длина ряда 119 лет, на пробе 2 – 134 года) средняя ширина годичного кольца в свежем бору составила 2,2, поздней древесины – 0,7 мм, т. е. 31,8 % всей ширины годичного кольца. По многолетним данным, коэффициент корреляции этих показателей равен 0,89.

В свежей субори средняя ширина годичного кольца 1,7, поздней древесины – 0,7 мм, или 41,2 %, $r = 0,94$.

Прирост годичного кольца значительно снижался в годы с малым количеством осадков: 1878, 1891, 1897–1898, 1909–1910, 1921, 1938–1939, 1943, 1949–1950, 1959–1960, 1965, 1971–1972, 1975, 1984, 1992–1993, 1996



Многолетняя динамика индексов прироста
годового кольца в ТЛУ A_2 (а), B_2 (б) и
солнечной активности (чисел Вольфа) (в)

(см. рисунок). Минимумы прироста за весь дендрохронологический ряд наблюдались в 1891, 1921, 1939, 1971 гг., количество выпавших осадков за вегетационный период в эти годы не превышало 195 мм.

Кроме того, годы с минимальными индексами прироста годового кольца совпадают с наиболее засушливыми годами, когда было много пожаров (1971–1972, 1975, 1984 и 1992). Следовательно, существует связь между динамикой прироста и пожароопасными сезонами.

Полученные данные были статистически обработаны по следующим направлениям:

- 1) зависимость индексов прироста от метеоусловий за многолетний период наблюдений (1881–1997 гг.);
- 2) зависимость количества лесных пожаров за имеющийся непрерывный ряд данных (1974–1997 гг.) от метеоусловий;
- 3) связь между динамикой индексов прироста и количеством лесных пожаров за тот же период (1974–1997 гг.).

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции индексов прироста и метеоусловий
за период 1881–1997 гг.**

Показатели	А ₂		В ₂	
	ШГК	ПД	ШГК	ПД
ГТК (май – сентябрь)	0,26	0,21	0,29	0,34
Число Вольфа (W)	-0,1	-0,13	0,1	-0,1
Осадки за вегетационный период	0,25	0,21	0,30	0,29
Средняя температура воздуха за вегетационный период	-0,17	-0,15	-0,19	-0,33

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции между индексами прироста,
метеоусловиями и лесными пожарами за период 1974 – 1997 гг.**

Показатели	А ₂		В ₂	
	ШГК	ПД	ШГК	ПД
ГТК	0,49	0,46	0,61	0,77
Число Вольфа (W)	0,04	0,05	0,21	0,12
Пожары	-0,43	-0,34	-0,51	-0,49

Численные выражения выявленных зависимостей представлены в табл. 1 и 2 (ШГК – общая ширина годичного кольца, ПД – ширина слоя поздней древесины). Между индексами прироста и ГТК существует прямая, но не тесная корреляционная зависимость. Эта зависимость лучше проявляется в свежей субори, особенно для поздней древесины ($r = 0,34$), где связь становится значимой. Более высокая корреляция прироста с метеофакторами в суборевых условиях, очевидно, связана с тем, что в борах сосняки довольствуются малыми дозами влаги и легче переносят изменение (в первую очередь уменьшение) количества осадков. Данное явление отмечалось в лесостепи и другими авторами [3].

Гидротермический коэффициент является комплексным показателем увлажнения местности, рассчитанным по данным осадков и температур за период более 100 лет, поэтому наилучшие корреляционные зависимости наблюдаются именно с этим показателем. (В дальнейшей работе осадки и температура в отдельности не рассматривались).

В Воронежском управлении лесами имеется непрерывный ряд данных о количестве лесных пожаров с 1974 г. Проведенный анализ показал, что зависимость числа пожаров от ГТК характеризуется коэффициентом корреляции $r = -0,55$. Высокий коэффициент корреляции позволил построить математическую модель связи исследуемых параметров, которая лучше всего описывается мультипликативной функцией

$$y = 258,3672x^{-1,2136},$$

где y – число пожаров;
 x – ГТК.

Анализ зависимостей индексов прироста от метеоусловий в тот же период (1974–1997 гг.) показал резкое возрастание связи индексов прироста с ГТК (табл. 2), особенно в субборевых условиях (для ШГК от 0,29 до 0,61; для ПД от 0,34 до 0,77).

В боровых условиях, при тех же тенденциях, корреляция несколько ниже (до 0,49), но остается значительной. Следовательно, по ширине годичного кольца можно с большой достоверностью выявить наиболее пожароопасные сезоны.

Высокие коэффициенты корреляции индексов прироста и числа лесных пожаров позволили построить математические модели связи исследуемых параметров:

для A_2

$$y = \exp(7,1564 - 1,5056x);$$

для B_2

$$y = \exp(7,2664 - 1,6492x),$$

где y – число пожаров;

x – индекс ширины годичного кольца,

т. е. наилучшим образом зависимость между индексами прироста и числом пожаров описывается экспоненциальной функцией.

Значительное повышение связи между индексами прироста и климатическими факторами при уменьшении длины временного ряда не случайно. Мы предполагаем, что это связано с вековой динамикой климатических условий лесостепи (повышение среднегодовой температуры воздуха, минимального количества осадков, снижение континентальности климата и т. д.). Заметные изменения климата в XX столетии отмечаются для всего северного полушария [6].

При анализе динамики прироста на фоне солнечной активности (см. рисунок) видно, что все наиболее глубокие минимумы прироста наблюдаются на ветвях спада солнечной активности за 1-3 года до эпохи минимума. Такая же тенденция наблюдается при анализе динамики горимости лесов на фоне солнечной активности [11].

Математические модели, построенные на основе высоких корреляционных зависимостей, позволяют использовать радиальный прирост сосновых древостоев (выраженный в индексах) в качестве интегрального показателя влияния метеоусловий для реконструкции и прогнозирования наиболее пожароопасных сезонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Битвинскас Т.Т.* Дендроклиматические исследования. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 172 с.
2. *Комин Г.Е.* Лесоведение и дендрохронология // Лесоведение, 1968. - № 4. – С. 78–86.
3. *Лисеев А.С.* Влияние климатических факторов на динамику прироста сосны в различных лесорастительных условиях Бузулукского бора // Дендроклиматология и радиоуглерод: Матер. Второго Всесоюз. совещ. – Каунас, 1972. – С. 42–48.

4. *Матвеев С.М.* Биоиндикация антропогенных изменений в сосновых насаждениях ЦЧР: Автореф. дис. ... с.-х. наук. – Воронеж, 1994. – 23 с.

5. *Матвеев С.М.* Дендроклиматический анализ сосны обыкновенной Усмманского бора в условиях свежей субори // Интеграция фундаментальной науки и высшего лесотехнического образования по проблемам ускоренного воспроизводства, использования и модификации древесины: Матер. Международ. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2000. – Т. 1. – С. 261–265.

6. *Сазонов Б.И.* Природа современных изменений климата // Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии: Тез. докл. V Всесоюз. совещ. – Свердловск, 1990. – С. 122.

7. *Таранков В.И.* Влияние климатических и антропогенных факторов на состояние и продуктивность сосновых насаждений зеленой зоны г. Воронежа // Сосновые леса России в системе многоцелевого лесопользования. – Воронеж, 1993. – С. 94.

8. *Таранков В.И., Лазуренко Л.Б.* Цикличность прироста сосны обыкновенной в Восточноевропейской лесостепи // Лесоведение. – 1990. – № 2. – С. 12–19.

9. *Таранков В.И., Матвеев С.М.* Математическое моделирование радиального прироста сосны обыкновенной // Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: Матер. науч.-техн. конф. – Брянск, 13-15 мая 1998. – С. 64–66.

10. *Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М.* Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги. – Архангельск: ИПЦ АГТУ, 1997. – 140 с.

11. *Чеботарев В.В.* Динамика горимости лесов Воронежской области и ее зависимость от погодных условий // Матер. юбил. науч. конф. молодых ученых «Лес и молодежь ВГЛТА - 2000г.». – Воронеж, 2000. – Т. 1. – С.141–144.

Воронежская государственная
лесотехническая академия

Поступила 26.02.01

S.M. Matveev, V.V. Chebotarev

Dendroclimatic Study of Pine Forests of Usmansk Grove and Simulation of Fire-hazard Seasons

The influence of weather factors on radial pine increment and quantity of forest fires is investigated. The simulation models developed allow to use the increment data as an integral index of weather factors for simulation and forecasting fire-hazard seasons.
