

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

# ЛЕСОВЕДЕНИЕ

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1967 Г.

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

3

1993

МОСКВА • «НАУКА»

УДК 630.\*561.24:63/0\*.431.1

© 1993 г. Э. Н. ВАЛЕНДИК, Д. А. ГРЕЙБИЛЛ,  
Г. А. ИВАНОВА, С. Г. ШИЯТОВ

## РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ХРОНОЛОГИЯ ПОЖАРОВ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Работа посвящена реконструкции климатических условий и периодичности лесных пожаров на основе дендрохронологического анализа. Установлена связь годового прироста с осадками летних месяцев и лесными пожарами. Выявлено, что лесные пожары возникают с интервалом от 2 до 34 лет.

*Дендрохронологический анализ, лесные пожары, климатические условия, Красноярский край, Тува.*

Лесные пожары — важный фактор, влияющий на лесообразовательный процесс. Точная и детальная хронология лесных пожаров является количественной оценкой этого экологического фактора. Она необходима при определении интервалов действия пожаров и расчете их частоты.

Под периодичностью лесных пожаров понимают закономерное распределение их во времени на определенной территории. Периодичность связана с изменениями климата, проявляющимися в чередовании сухих и влажных периодов [3]. Кроме того, периодичность лесных пожаров обусловлена накоплением лесных горючих материалов до критического запаса и наличием источников огня.

Лесные пожары в горах юга Красноярского края и Тувы — явление обычное. Но если пожары здесь регистрируются ежегодно, то вспышки их значительно реже. Для планирования же противопожарных мероприятий необходимо знание точной и детальной хронологии таких ситуаций в прошлом.

В настоящее время из-за отсутствия длительных временных рядов метеорологической информации и данных о фактической горимости лесов на территории Сибири для реконструкции климатических условий и периодичности лесных пожаров целесообразно использовать дендроклиматическую информацию.

Известно, что в годовых кольцах деревьев находят отражение процессы, происходящие в окружающей среде, прежде всего изменения климатических условий [1, 6]. К ним относятся засухи и как следствие лесные пожары.

Цель настоящей работы — реконструкция хода метеоэлементов на основе дендроклиматического анализа и установление периодичности лесных пожаров на основе пиродендрохронологического анализа.

Дендрохронологические исследования в лесопирологических и климатических целях включали исследование динамики текущего прироста в крайних условиях произрастания данной породы; исследование динамики прироста в древостоях с периодическими пожарами; датировку пожарных подсушин в этих древостоях, исследование периодичности лесных пожаров; выявление и климатическую характеристику лет с вспышками лесных пожаров.

### Объекты и методика

Исследования были проведены в сосново-кедрово-лиственничных лесах юга Красноярского края и Тувы в 1989—1990 гг. Район исследований относится к Алтае-Саянской лесопожарной зоне [2]. Горимость лесов высокая. Климат региона резко континентальный, засушливый. Среднегодовое количество осадков 250—350 мм,

Таблица 1  
 Характеристика мест взятия образцов для дендрохронологического анализа в горных лесах юга Красноярского края и Тувы

Серия	Район	Местоположение	Тип леса	Состав по ярусам
<i>ВРА</i>	Северные отроги хребта Танну-Ол, Балгазынский бор, 51°10' с. ш., 94°30' в. д., 1020—1030 м над ур. м.	Дюнные отложения	Сосняк дюнный	<u>I 10С</u> II 10С
<i>ЛАК</i>	Северное подножье хребта Вогочного Танну-Ол, 51°00' с. ш., 94°10' в. д., 930—940 м над ур. м.	Кромка сухого ручья	Лиственничник пойменный, разнотравный	10Л
<i>РСС</i>	Юго-восточный склон Куртушибинского хребта, 52°15' с. ш., 93°42' в. д., 1430 м над ур. м.	Выходы коренных скальных пород	Сосняк мертвопокровный	<u>I 10С</u> II 9С1Е ед. Б
<i>РЛС</i>	Западные Саяны, Усинская долина, 52°50' с. ш., 92°50' в. д., 640—700 м над ур. м.	Выходы скальных пород	Сосняк мертвопокровный	<u>I 10С</u> II 10С ед. Б, Л
<i>РЛВ</i>	Западные Саяны, Усинская долина, 52°25' с. ш., 93°20' в. д., 930—960 м над ур. м.	Кромка скалы	Сосняк бруснично-лишайниковый	<u>I 10С</u> II 10С ед. Б

*Примечание.* Все исследованные древостои периодически повреждаются пожарами.

Общая характеристика дендрохронологических рядов, использованных в анализе (юг Красноярского края и Тувы)

Серия	Порода	Период, годы	Число моделей	Коэффициент		
				чувствительности	синхронности (макс.), %	корреляции (макс.)
<i>PLC</i>	Сосна	1662—1989	45	0,29	85	0,88
<i>BPA</i>	«	1738—1989	22	0,22	93	0,91
<i>PCC</i>	«	1646—1989	15	0,14	77	0,65
<i>PLB</i>	«	1693—1989	35	0,24	87	0,97
<i>LAK</i>	Лиственница	1704—1989	23	0,31	85	0,89

основная их часть выпадает в летний период. Засушливые периоды весной обусловлены выносом сухого и теплого воздуха из Средней Азии и внутренней Монголии, летом они редки.

Образцы для пиродендрохронологического анализа были взяты на трансекте от хребтов Западного (хребты Хорумнунг-Тайга, Хандергей) и Восточного Танну-Ола до Ойского хребта Западного Саяна. Всего было построено 10 древесно-кольцевых хронологий. Характеристика мест взятия образцов, использованных для дендроклиматопирологического анализа, приведена в табл. 1.

В процессе исследований изучали климатически обусловленные, связанные с засухами колебания прироста деревьев, что и определило выбор объектов. Были выбраны крайние для произрастания данной породы условия на сухих и скальных местообитаниях, где прирост лимитируется в основном климатическими факторами, т. е. древостой и деревья, на прирост которых неклиматические факторы оказывали бы наименьшее влияние.

Для построения дендрохронологических рядов использовали хвойные породы: сосну обыкновенную и лиственницу сибирскую. Образцы для дендрохронологического анализа брали при помощи возрастных буров на высоте 1,3 м. Кроме того, для датировки лесных пожаров использовали поперечные спилы у деревьев с пожарными подсушинами.

Определение по поперечным спилам деревьев срока давности действия лесных пожаров проводили согласно известным методикам [5, 10] датировки пожаров с использованием методов корректировки дат пожаров с датами, полученными у соседних деревьев, и перекрестного датирования с использованием дендрохронологических рядов для данного насаждения.

Измерение и датировка годовичных колец деревьев для построения дендрохронологических рядов проведены Д. А. Грейбиллом. Точные даты каждого годовичного кольца установлены с использованием метода перекрестной датировки [7, 8]. Построение обобщенных хронологий производили в Аризонском университете и Институте леса СО РАН.

Для установления индивидуальной изменчивости дендрохронологических рядов, их возрастного тренда применяли метод стандартизации и индексирования [7, 8]. Стандартизация рядов годовичных колец для каждого дерева проведена при помощи полиномиального сглаживания. Расчет индексов прироста производили путем деления абсолютной величины прироста за каждый год на среднюю норму прироста за тот же год, рассчитанную по уравнению подобранной возрастной кривой. Для оценки сходства рядов годовичных колец применяли коэффициент синхронности [4, 7, 9]. Такая обработка позволила исключить возрастной фактор, а также влияние условий местопроизрастания, т. е. отклонение прироста от средней нормы годовичного прироста обуславливалось главным образом комплексом

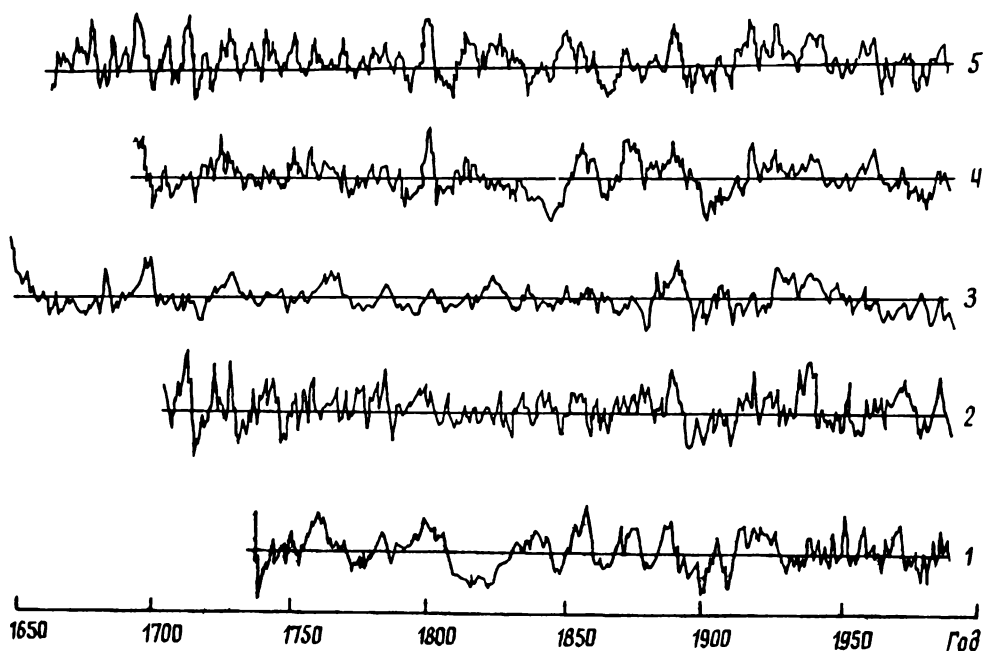


Рис. 1. Динамика годовых индексов прироста деревьев в горных лесах юга Красноярского края и Тувы: серии 1 — BPA; 2 — LAK; 3 — PCC; 4 — PLB; 5 — PLC

климатических факторов. Затем были построены обобщенные дендрохронологические ряды для каждого местопроизрастания.

Математическая обработка полученных данных проведена на ЭВМ типа IBM с использованием пакета программ, разработанного Д. Грейбиллом (Аризонский университет, США) и В. С. Мазепой (Институт экологии растений и животных УрО РАН), и стандартного пакета программ анализа данных «АНД» в Аризонском университете и Институте леса КНЦ РАН.

### Результаты исследований

В результате анализа полученных данных было построено 10 обобщенных дендрохронологических рядов для юга Красноярского края и Тувы, но для дендроклиматопирологического анализа использована только часть их. В табл. 2 приведена их характеристика, а на рис. 1 — динамика обобщенных индексов годового прироста деревьев.

Связь между погодичными и многолетними данными годового прироста отдельных деревьев тесная: величина коэффициента корреляции варьируется от 0,65 до 0,97. Уровень синхронности между годовичным приростом отдельных деревьев, используемый для построения обобщенных хронологий, также высокий.

Для каждого обобщенного ряда был рассчитан коэффициент чувствительности, характеризующий степень воздействия внешних факторов на изменчивость прироста от года к году. Очень чувствительны ряды по сосне, произрастающей в крайних условиях на верхней и нижней границах своего распространения.

Для характеристики сходства между рядами, построенными для различных мест произрастания, также были рассчитаны коэффициенты корреляции и синхронности, характеризующие степень воздействия общих факторов по отношению к двум рассматриваемым рядам. Величина их невелика. Синхронность колебаний средняя и низкая. Соответственно и степень воздействия факторов на прирост различна.

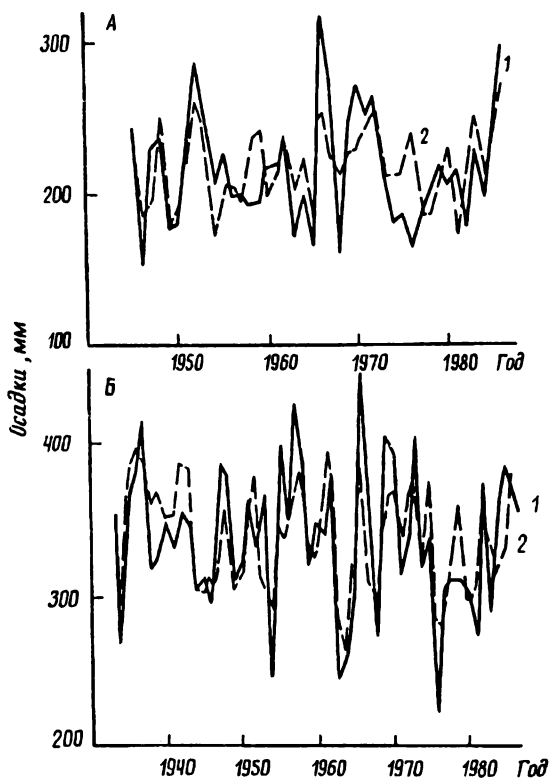


Рис. 2. Действительные (1) и реконструированные (2) осадки июня-июля по Туве (А) и Западному Саяну (Б)

Было проанализировано влияние температуры воздуха и осадков на прирост деревьев с использованием программы *RESPONS*. Для этого были вычислены коэффициенты корреляции ( $R$ ) между индексами годовичного прироста в древостоях различных мест произрастания и среднемесячными величинами температуры воздуха и осадков по данным метеостанций Кызыл и Нижне-Усинское. Наиболее высокую связь с осадками июня-июля имеют ряды *BPA* (0,47), *LAK* (0,33), *PLC* (0,50) и *PCC* (0,35). Хорошая корреляция установлена с осадками предыдущего года для ряда *BPA* (0,40). Между температурой воздуха в летние месяцы и годовичным приростом связи не выявлено.

Используя полученные ряды индексов годовичного прироста и выявленные связи с осадками июня-июля, мы попытались реконструировать осадки летних месяцев. Реконструкция осадков для Тувы основана на хронологии серий *BPA* и *LAK*, а для юга Красноярского края — *PLC* и *PCC*. Для этого были использованы уравнения множественной регрессии между данными по осадкам июня-июля и индексами прироста за период с 1943 по 1987 г. для Тувы и за период с 1932 по 1987 г. для юга Красноярского края. На рис. 2 приведены реконструированные и истинные значения осадков по метеостанциям Кызыл ( $R=0,63$ ) и Нижне-Усинское ( $R=0,71$ ). На рис. 3 приведены осадки июня-июля, реконструированные за 300-летний период для данных регионов Д. А. Грейбиллом.

В течение последних трех столетий происходили неоднократные колебания осадков в летние месяцы от 140 до 460 мм. Усредненные реконструированные осадки показывают наличие долговременных трендов различной длительности.

Проведенные дендроклиматический анализ и датировка пожарных подсушин позволили установить периодичность лесных пожаров в наиболее часто повреж-

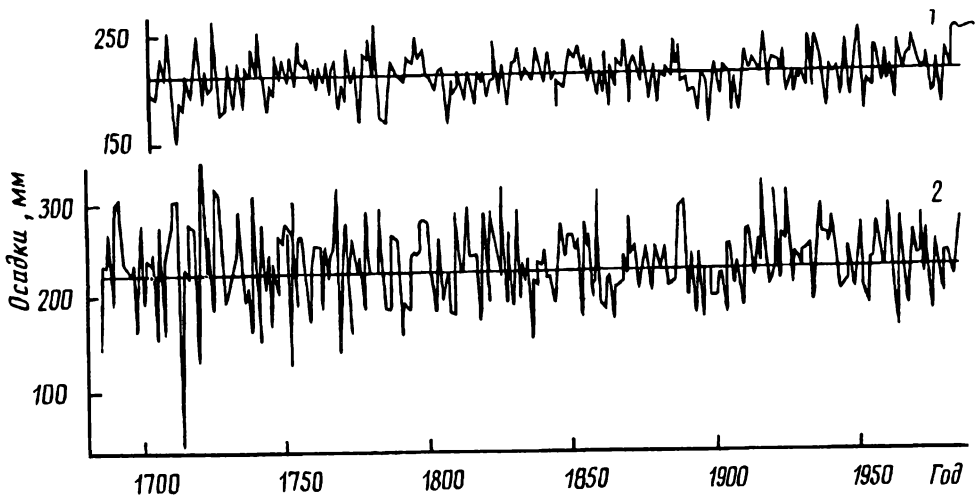


Рис. 3. Реконструированные осадки за июнь-июль: 1 — для Тувы; 2 — для юга Красноярского края

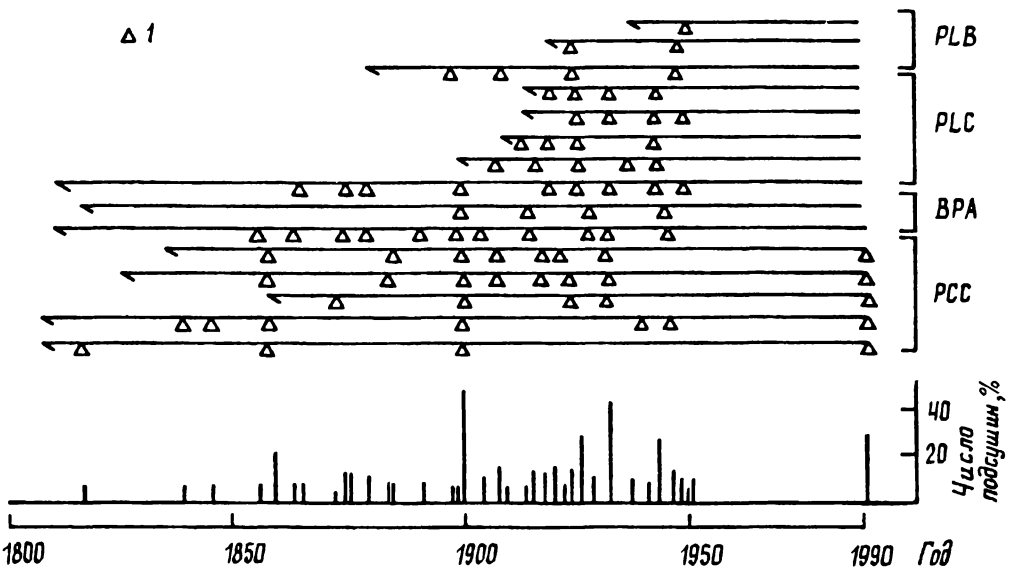


Рис. 4. Обобщенная хронология пожаров в лесах юга Красноярского края и Тувы: 1 — даты лесных пожаров по пожарным подсушинам

даемых ими насаждениях — сосняках лишайниковой группы типов леса. В годы с пожарами в этих насаждениях наблюдалось падение прироста у неповрежденных деревьев на 30% и более, что также помогло уточнить хронологию лесных пожаров в этих насаждениях. На рис. 4 приведена обобщенная хронология лесных пожаров. Пожары возникали на одной и той же территории с интервалом от 2 до 34 лет. Средняя периодичность составила от 6 до 11 лет. Наиболее часто наблюдались пожары в конце прошлого и начале текущего столетия. В последние десятилетия пожары здесь происходили значительно реже, что, по-видимому, можно объяснить повышением уровня охраны лесов от пожаров.

Годами с экстремальными пожароопасными сезонами можно считать такие, когда пожары возникали в нескольких удаленных друг от друга регионах: 1858, 1866, 1901, 1909, 1927, 1934, 1950 гг. По статистическим данным годами с экстремальными пожароопасными сезонами были также 1953, 1981 и 1990 гг.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных в 1989—1990 гг. в горных лесах юга Красноярского края и Тувы исследований была установлена связь годичного прироста деревьев с осадками летних месяцев. На основе дендрохронологического анализа и анализа климатических данных установлена хронология лесных пожаров в сосняках Алтае-Саянской лесопожарной области. Периодичность лесных пожаров составила от 2 до 34 лет.

#### Список литературы

1. *Битвинская Т. Т.* Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с.
2. *Валендик Э. Н.* Районирование Сибири и Дальнего Востока по условиям возникновения крупных пожаров. Методы и средства борьбы с лесными пожарами//Сб. научных трудов ВНИИ лесоводства и механизации лесного хоз-ва. М.: 1986. С. 102—118.
3. Лесная энциклопедия. Т. 2. М.: Сов. энциклопедия, 1986. 602 с.
4. *Мазена В. С.* Математико-статистические модели дендрохронологических рядов: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук.: 03.00.02. Красноярск, 1985, 19 с.
5. *Мелехов И. С.* Влияние пожаров на лес. М.: Л. Гослесбумиздат, 1948. 126 с.
6. *Молчанов А. А.* Дендроклиматические основы прогнозов погоды. М.: Наука, 1976. 166 с.
7. *Шиятов С. Г.* Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 136 с.
8. *Fritts H. C.* Tree Rings and Climate. London; New York; San Francisco: Acad. Press. 1976. 567 p.
9. *Huber B.* Uber die Sicherheit Jahring-chronolischer Datierung//Holz Rohund Werkst. 1943. Jg. 6. H. 10/12. S. 263—268.
10. *Madany M. N., Swetnam T. W.* Comparison of two approaches for determining fire dates from tree scars//Forest Sci. 1982. V. 28. № 4. P. 856—861.

Институт леса  
им. В. Н. Сукачева СО РАН,  
Красноярск

Поступила в редакцию  
10.08.1992

E. N. VALENDIK, D. A. GREYBILL, G. A. IVANOVA, S. G. SHIYATOV

#### RECONSTRUCTION OF CLIMATIC CHANGES AND CHRONOLOGY OF FIRES IN MOUNTAIN FORESTS OF SOUTHERN MIDDLE SIBERIA

Precipitation in summer months (June — July) for the last 300 years and chronology of forest fires from 1800 have been reconstructed on the basis of dendrochronological analysis. Periodicity of forest fires ranges from 2 to 34 years.