

Дендроклиматические исследования в лесах Северной Монголии

А. В. ГЛЫЗИН, М. Г. ДОРГАНОВА

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
664033 Иркутск, а/я 1243

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены данные по динамике радиального прироста лиственницы сибирской и сосны обыкновенной, произрастающих в горно-лесном поясе хребтов Северной Монголии. Показана связь радиального прироста деревьев со средними показателями температуры воздуха и количеством осадков за отдельные месяцы (с сентября предыдущего по август текущего года). Приведен долгосрочный прогноз динамики радиального прироста сосны обыкновенной и дана его климатическая интерпретация.

Статья рассчитана на экологов, ботаников, климатологов, лесоведов, географов.

Дендрохронологические исследования в лесах Северной Монголии были проведены с целью создания в дальнейшем сети долговременных дендрохронологических тест-полигонов, охватывающих лесную территорию Монголии. В данной работе представлены некоторые результаты этих исследований.

МЕТОДИКА РАБОТ

Район исследования относится к Южно-Забайкальской горно-котловинной лесорастительной области [1]. Для рельефа характерно пространственное сочетание плоскогорных хребтов преимущественно широтного простирания и широких межгорных понижений, приуроченных к долинам рек.

На всей территории господствует резко континентальный климат. Климат лесостепного пояса характеризуется холодной и малоснежной зимой и довольно жарким летом. Осадки в течение года распределены неравномерно – более 80 % осадков выпадает в вегетационный период (май–сентябрь), причем большая их часть – в июле–августе, осень и весна засушливы. В горно-лесном поясе холодная зима и теп-

лое лето, осадков выпадает значительно больше, в том числе и зимой, хотя соотношение осадков между летним и зимним периодами остается прежним.

Методической основой проведенных исследований являлись широко апробированные принципы дендроклиматического анализа, разработанные российскими и зарубежными учеными [2–4].

Керны древесины (диаметром 6 мм) отбирались возрастным буром с живых модельных деревьев. Сбор образцов древесины проводился маршрутным способом с деревьев *Larix sibirica* Ledeb. в обильно увлажненных и *Pinus sylvestris* L. в сухих местообитаниях. Эти виды чувствительны к климатическим факторам и имеют обширные ареалы в пределах Монголии, что намного облегчает получение сравнительной информации по всей ее территории. Измерение ширины годичных колец проводилось под микроскопом МБС-2 с точностью до 0,015 мм. Для каждой модели получена древесно-кольцевая серия, по которой строился график ежегодного прироста и проводилась перекрестная датировка. С целью исключения возрастного тренда проводилось индексирование древесно-кольцевых серий методом "коридора" [4].

Для получения обобщенного дендрохронологического ряда древесно-кольцевые серии индексов по каждой породе и образцу усреднялись по календарным годам. В результате составлено четыре обобщенных дендрохронологических ряда по лиственнице сибирской и сосне обыкновенной (см. таблицу), произрастающих на различных высотах горно-лесного пояса хребтов Бутелийн-Нуру (ряды 1 и 2) и Хэнтэй-Нуру (ряды 3 и 4).

Выявление значимых корреляционных связей между индексами прироста обобщенных дендрохронологических рядов и средними месячными показателями температуры воздуха, количеством осадков, а также оценка влияния на текущий прирост прироста трех предыдущих лет были проведены с использованием функции отклика на основе расчета регрессии на главных компонентах. При этом в качестве показателей гидротермического режима использованы данные гидрометеостанций Булган (1941–1994 гг.) и Менза (1940–1995 гг.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенный дендроклиматический анализ показал, что большей инерционностью погодичной изменчивости радиального прироста обладают деревья лиственницы сибирской и сосны обыкновенной, произрастающие в западной части исследованного района на хр. Бутелийн-Нуру. Общая дисперсия дендрохронологических рядов, объясняемая приростом предыдущих лет, составляет у них 42,9–54,2 %, а дисперсия, объясняемая климатическими изменениями – лишь 14,0–19,4 %.

Наиболее чувствительным к изменениям климата оказался прирост сосны обыкновенной (ряд 3), произрастающей на сухих местообитани-

ях хр. Хэнтэй-Нуру. Дисперсия ряда, объясняемая климатическими изменениями, составляет у него 50,8 %, а дисперсия, объясняемая влиянием прироста предыдущих лет, – только 9,4 %.

Анализ коэффициентов регрессии между индексами прироста дендрохронологических рядов и средними показателями температуры воздуха и количеством осадков за отдельные месяцы (с сентября предыдущего по август текущего года) показал следующее.

У сосны обыкновенной на сухих местообитаниях (ряд 3) хр. Хэнтэй-Нуру более высокие и значимые (при уровне достоверности 0,95) положительные связи наблюдаются с количеством осадков, особенно в весенние (февраль, март, май) и летние (июнь–июль) месяцы. Связь прироста с температурой воздуха летних месяцев также положительная, хотя и менее выраженная. Более сильная связь радиального прироста сосны с температурой воздуха, чем с количеством осадков, начинает проявляться лишь в августе (рис. 1, 2). У лиственницы сибирской, произрастающей на проточных местообитаниях (ряд 4), где влагообеспеченность почвы резко увеличивается в дождливый период, также выявлена положительная корреляционная связь прироста со средней температурой воздуха и количеством осадков в июне. Связь же прироста лиственницы с температурой воздуха и осадками августа оказалась отрицательной. Причем и в данном случае осадки оказывают более сильное воздействие на прирост в июне, а температура воздуха – в августе.

Следует отметить и сильную отрицательную связь радиального прироста деревьев в текущем году с повышенными температурами воздуха предыдущей осени (сентябрь–октябрь), что обнаруживается в различной степени как у лиственницы, так и у сосны.

Ряд	Вид дерева	Географические координаты	Местообитания	Высота над ур. м., м	Количество моделей, шт.	Длительность ряда, годы	Кч
1	Ps	49°30' с. ш. 104°05' в. д.	Сухие	900	10	1856–1995	0,37
2	Ls	49°40' с. ш. 103°00' в. д.	Заболоченные	1200	11	1787–1995	0,26
3	Ps	50°04' с. ш. 106°10' в. д.	Сухие	960	20	1832–1995	0,43
4	Ls	49°30' с. ш. 107°00' в. д.	Проточные	1200	17	1853–1995	0,41

Основные показатели полученных обобщенных дендрохронологических рядов (Ls – *Larix sibirica* Ledeb., Ps – *Pinus sylvestris* L., Кч – коэффициент чувствительности).

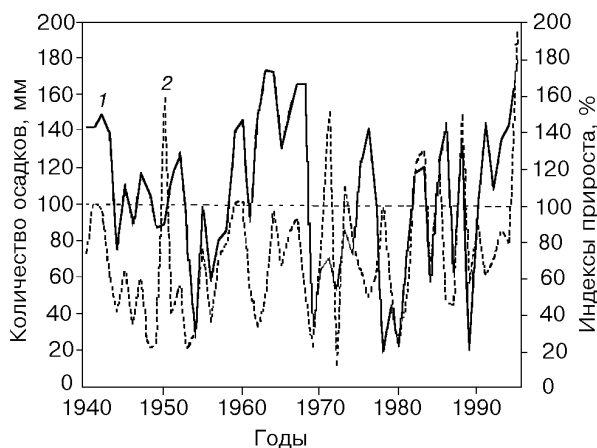


Рис. 1. Динамика годичного радиального прироста сосны и количества осадков в июне.

1 – прирост сосны, 2 – количество осадков в июне.

Реакции прироста деревьев одного вида на климатические условия отдельных месяцев имеют не только сходства, но и различия. Например, на сухих местообитаниях хр. Бутелин-Нуру, в отличие от таковых на хр. Хэнтей-Нуру, повышение температуры воздуха в июне и июле отрицательно сказывается на приросте сосны обыкновенной (ряд 1), а обильные летние осадки уменьшают прирост лиственницы сибирской с обильно увлажненных местообитаний (ряд 2). Вероятно, существующие различия отражают не только особенности местообитания, но и мезоклиматические особенности района произрастания модельных деревьев. Следовательно, для всей лесной зоны Северной Монголии некорректно выделение какого-либо одного общего климатического фактора, лимитирующего радиальный прирост древесных растений. Более рационально проведение в дальнейшем дендроклиматического районирования, т. е. выделения территорий, на которых прирост деревьев (одного вида и с одинаковых типов местообитаний) обладает сходной динамикой и сходными реакциями на климатические изменения, что позволит составлять более качественные дендроклиматические реконструкции и прогнозы.

На данном этапе работ можно привести долгосрочный дендроклиматический прогноз, полученный для горно-лесного пояса северной части хр. Хэнтей-Нуру. Исследование многолетней изменчивости индексов прироста показало, что в дендрохронологических рядах с

этого района обнаруживается хорошо выраженная полицикличность. Наиболее важными, вносящими наибольший вклад в изменчивость рядов являются циклы со средними периодами: 48–34; 23,8–23,6; 17,5–15,6; 11,5–10,7; 9,5–8,6; 7,3; 6,1; 5,0; 4,3; 2,5 лет. Выше было показано, что величина радиального прироста у сосны, произрастающей в сухих местообитаниях хр. Хэнтей-Нуру, сильно связана с климатическими условиями, в том числе со средней месячной температурой воздуха и количеством осадков. Поэтому анализ цикличности дендрохронологических рядов и построение полициклических моделей позволили дать не только прогноз динамики прироста деревьев, но и провести на основе выявленных дендроклиматических связей его климатическую интерпретацию.

Долгосрочный прогноз колебаний радиального прироста деревьев проведен на основе построения полициклических моделей [5]. При этом наиболее важные и регулярные из выделенных циклов были аппроксимированы синусоидами и суммированы, а прогноз представлен экстраполяцией полученной модели на еще не наступивший момент времени.

Характеристикой хорошего качества аппроксимации служат значения коэффициентов корреляции ($R = 0,72$) и синхронности ($S = 66\%$) между полученным аппроксимированным и исходным дендрохронологическим рядом, что позволяет провести экстраполяцию индексов прироста на несколько десятков лет вперед. График исходного дендрохронологического

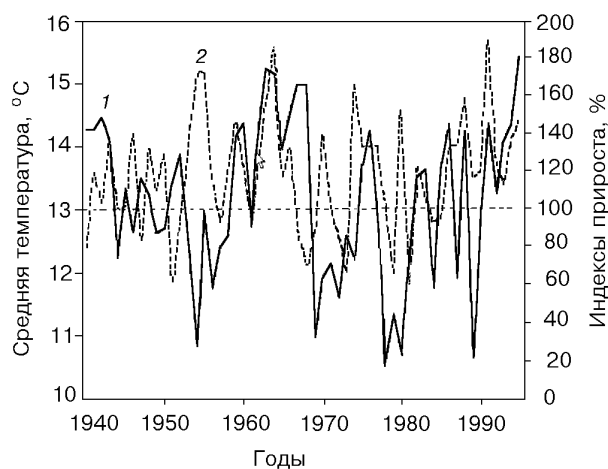


Рис. 2. Динамика годичного радиального прироста сосны и температуры воздуха в августе.

1 – прирост сосны, 2 – средняя месячная температура августа.

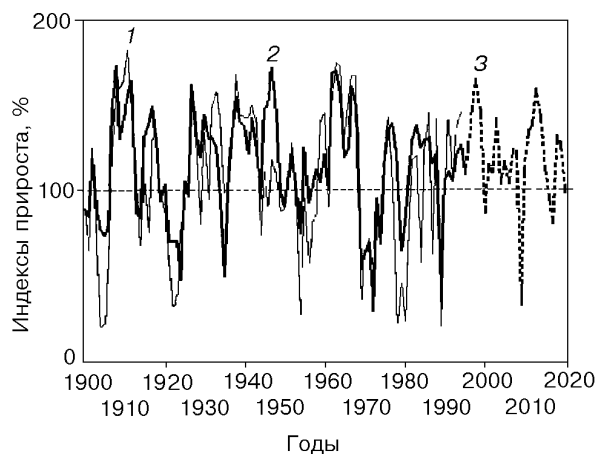


Рис. 3. Прогноз радиального прироста *Pinus sylvestris* на хр. Хэнтей-Нуру.

1 – исходный ряд, 2 – аппроксимация, 3 – экстраполяция.

ряда 3, его аппроксимация и экстраполяция приведены на рис. 3.

Полученный долгосрочный фоновый прогноз радиального прироста сосны обыкновенной и выявленные дендроклиматические связи позволяют предположить, что в конце XX–первых десятилетиях XXI в. условия для произрастания сосны на сухих местообитаниях горно-лесного пояса хр. Хэнтей-Нуру будут в основном благоприятные. Сильное снижение прироста деревьев (на 50–60 %) ниже многолетней нормы вероятнее ожидать лишь в 2007–2010 гг. В ближайшие десятилетия возможно повышение по сравнению с многолетней нормой средних температур воздуха и увеличение количества осадков в летние (июнь–август) месяцы. Необходимо, однако, помнить, что данный прогноз является фоновым и не учитывает последствий возможных резких изменений климатической об-

становки в результате антропогенного пресса на природные процессы.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ показал, что для разработки качественных долгосрочных прогнозов динамики прироста деревьев в северных районах Монголии более пригодны дендрохронологические ряды, получаемые по сосне обыкновенной. Они содержат более сильные по сравнению с рядами по лиственнице сибирской климатические сигналы, обусловленные влиянием на годичный прирост сосны как осадков, так и температуры воздуха.

2. Исследования свидетельствуют, что можно получать дендрохронологические ряды, обладающие устойчивой полициклической структурой, что является основой построения их математических моделей и получения высококачественных реконструкций и долгосрочных прогнозов прироста.

3. Выявленные дендроклиматические закономерности указывают на возможность климатической интерпретации получаемых реконструкций и долгосрочных прогнозов радиального прироста деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Коротков, Леса Монгольской Народной Республики, М., Наука, 1978, 47.
2. В. Huber, *Holz Rohund Werkst.*, 1943, **6**: 10/12, 263–268.
3. Н. С. Fritts, *Tree Ring and Climat*, London, New York, San Francisco, Acad. Press, 1976.
4. С. Г. Шнятов, Дендрохронология верхней границы леса на Урале, М., Наука, 1986, 39–78.
5. В. С. Мазепа, Дендрохронология и дендроклиматология, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1986, 49–67.

The Dendroclimatic Investigations in the Forests of Northern Mongolia

A. V. GLYZIN, M. G. DORGANOVA

Siberian Institute for Physiology & Biochemistry of Plants SB RAS Irkutsk, Russia

In the article, data on the time course of radial increment of *Larix sibirica* and *Pinus sylvestris* growing in the mountain-forest zone of Northern Mongolia mountains are considered. A correlation is found between the radial increment of trees and the average indices of the air temperature and the amount of precipitation in terms of months (from September of previous year to August of present year). A long-term prediction of radial increment dynamics of *Pinus sylvestris* and its climatic interpretation is made.