

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА РОСТ *PINUS SYLVESTRIS* L. В МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЕ

Белокопытова Л.В.,

научный руководитель канд. биол. наук. Бабушкина Е.А.

*Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»*

Одним из перспективных направлений экологического мониторинга является дендрэкологический анализ, т.е. анализ характеристик древесины как индикаторов условий окружающей среды. Задача выявления внешнего сигнала наиболее проста в том случае, когда рост и развитие растений ограничивает один экстремальный фактор среды: хорошо изучено влияние температур первой половины сезона роста на верхней и северной границах леса, осадков в наиболее засушливых регионах [1-4]. Однако основной массив лесных экосистем расположен в более благоприятных условиях, где наблюдается значимое влияние нескольких факторов, причем не только климатических, но и локальных, включающих в себя особенности рельефа, состава почв, режима подземных и поверхностных вод и т.д. Целью данного исследования является исследование влияния погодных условий на радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в различных локальных условиях на Юге Сибири.

Материалы получены на дендростанции «Малая Минуса» (53°45' с.ш. 91°56' в.д.), заложенной на северной границе Минусинского ленточного бора в Минусинской котловине, в 15 км к востоку от г. Минусинска. Эта территория относится к Алтае-Саянской климатической области с умеренно холодным континентальным климатом [5] (большие суточные и годовые перепады температур, небольшое количество осадков с выраженным летним максимумом). В работе использовали ежемесячные данные метеостанции «Минусинск» (53°41' с.ш. 91°40' в.д.) (рис. 1). Образцы древесины брали в двух различных местообитаниях: 1) крутой (около 20-30°) склон южной экспозиции; 2) подножие склона вблизи от водотока (пересыхающий ручей) с относительно высоким уровнем грунтовых вод. Оба участка покрыты березово-сосновым злаково-разнотравным лесом на слабозрелых слоисто-эоловых гумусовых черноземах, на склоновом участке травяно-кустарничковый ярус более скудный, почва содержит большее количество песка.

Сбор и обработка кернов проводилась по стандартным методикам [6], измерения ширины годичных колец (ШГК) – на измерительной установке LINTAB 5 с применением программы TSAP Win и перекрестной датировкой в программе COFESHA. Для выделения климатического сигнала проводилась стандартизация (индексация) в программе ARSTAN: удаление возрастной и автокорреляционной составляющих изменчивости ШГК. Затем индивидуальные кривые прироста усреднялись для получения локальных хронологий PS1 на склоне и PS2 в пойме. Статистические расчеты выполняли в программах STATISTICA 10 и Microsoft Excel

2007. Работа проведена на базе лаборатории «Биогеохимия экосистем Евразии» Хакасского технического института – филиала СФУ.

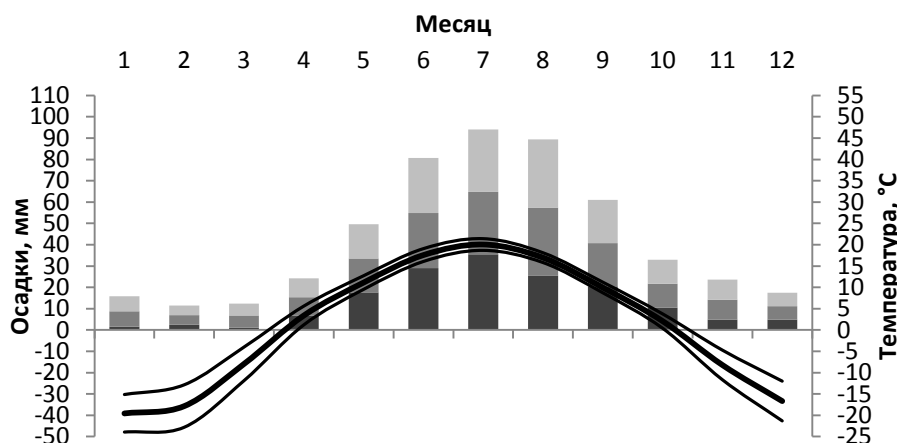


Рис. 1. Среднемесячные температуры (линии) и количество осадков (столбцы) на метеостанции «Минусинск» с указанием среднемноголетних значений и стандартного отклонения за 1915-2012 гг. (средние и верхние/нижние линии и столбцы соответственно).

Анализ статистических характеристик измеренных хронологий показал, что на участке с более высоким почвенным увлажнением радиальный прирост выше (табл. 1). Более высокие значения стандартного отклонения на пойменном участке указывают на большую изменчивость ШГК, однако влияние внешних факторов является более высоким на склонах (где выше коэффициент чувствительности), т.е. в пойме изменчивость в большей степени обусловлена влиянием внутренних и фитоценологических факторов. Значения коэффициентов корреляции индивидуальных хронологий с локальной, отношения сигнала к шуму и выраженного сигнала популяции, традиционно используемых для определения наличия внешнего сигнала и пригодности хронологии для дендрозокологических исследований [7], достаточно высоки как для измеренных, так и для индексированных хронологий.

Таблица 1

Статистические характеристики древесно-кольцевых хронологий

Характеристики	PS1	PS2
Характеристики измеренных хронологий		
Наибольшее значение, мм	4.875	6.349
Среднее значение, мм	2.076	3.252
Стандартное отклонение, мм	0.769	1.372
Коэффициент чувствительности	0.202	0.169
Ср. коэфф. корреляции с локальной хронологией	0.649	0.698
Отношение сигнала к шуму	5.67	12.64
Выраженный сигнал популяции	0.850	0.927
Характеристики индексированных хронологий		
Стандартное отклонение	0.198	0.374
Коэффициент чувствительности	0.228	0.229
Ср. коэфф. корреляции с локальной хронологией	0.704	0.630
Отношение сигнала к шуму	10.93	10.65
Выраженный сигнал популяции	0.916	0.914

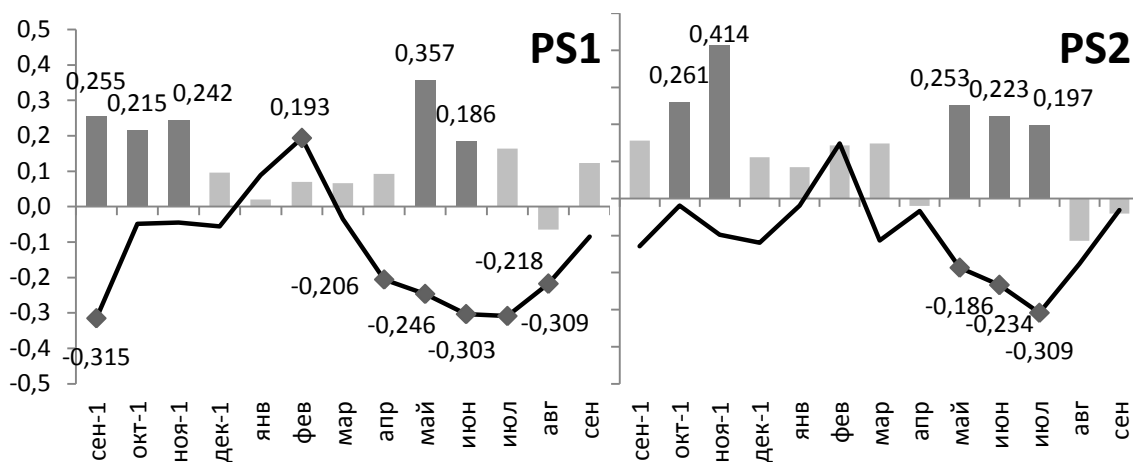


Рис. 2. Коэффициенты корреляции хронологий ШГК с среднемесячной температурой (Т) и количеством осадков (Р). Выделены коэффициенты, значимые при $p < 0.10$.

Оценку климатической реакции проводили методом корреляционного анализа с ежемесячными значениями температур и осадков (рис. 2). Климатический сигнал для двух участков в целом сходен, однако имеет и различия. Более значимые корреляции с температурой и осадками наблюдаются на склоне. Это связано с тем, что при отсутствии близких грунтовых вод единственным источником влаги являются осадки, которые значимо влияют на радиальный прирост в первой половине сезона, особенно в мае. В то же время в течение большей части сезона роста повышение температуры усиливает испарение с поверхности почвы и транспирацию, что приводит к развитию водного стресса и, следовательно, угнетает формирование ксилемы. У подножия склона гидрологический режим почвы иной за счет стекания осадков со склона (в том числе через хорошо дренированную песчаную почву), более высокого уровня грунтовых вод и близости р. Минусинки. Вследствие этого в первой половине сезона влияние осадков и температур меньше, чем на склоне; а в июле напротив, усиливается (так как к этому моменту уровень грунтовых вод и воды в реке понижается). Влияние осадков октября-ноября предыдущего сезона на обоих участках выражается в наращивании снежного покрова, защищающего корневую систему зимой и служащего источником влаги в начале вегетационного сезона. Положительная корреляция ШГК на склоне с температурой февраля – самого морозного месяца (рис. 1) – обусловлена меньшей высотой снежного покрова, сдуваемого со склонов, и подмерзанием корневой системы сосны в сильные морозы. На более сухой и менее плодородной почве склонового участка важным фактором для деревьев оказывается длящийся практически до конца сентября процесс накопления ассимилятов, от результатов которого зависит скорость процессов роста в самом начале следующего сезона. Вследствие этого наблюдается положительная корреляция ШГК сосны с осадками сентября. Температура в этот период, как и летом, действует иссушающе.

Итак, в результате исследования выявлены следующие закономерности:

1) в лесостепной зоне хронологии радиального прироста сосны несут в себе достаточно сильный климатический сигнал при условии объединения в локальную хронологию деревьев, произрастающих в однородных локальных условиях;

2) выявлены наиболее значимые климатические факторы в различных условиях места произрастания: температуры и осадки мая-июля, сентября, а также осадки октября-ноября.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания на оказание услуг СФУ №5.7917.2013.

Список литературы

1. Наурзбаев М. М., Ваганов Е. А., Сидорова О. В. Изменчивость приземной температуры воздуха на севере Евразии по данным тысячелетних древесно-кольцевых хронологий // Криосфера Земли. – 2003. – № 7(2). – С. 84-91.
2. Briffa K. R., Osborn T. J., Schweingruber F. H. Large-scale temperature inferences from tree rings: a review // Global and Planetary Change. – 2004. – № 40. – P. 11-26.
3. Сидорова О. В., Ваганов Е. А., Наурзбаев М. М., Шишов В. В., Хьюз М. К. Региональные особенности радиального прироста лиственницы на севере Средней Сибири по тысячелетним древесно-кольцевым хронологиям // Экология. – 2007. – № 2. – С. 99-103.
4. Esper J., Frank D. C., Buntgen U., Verstege A., Hantemirov R. M., Kirilyanov A. V. Trends and uncertainties in Siberian indicators of 20th century warming // Global Change Biology. – 2010. – № 16. – P. 386-398.
5. Алисов Б. П. Климат СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1956. – 128 с.
6. Шиятов С. Г., Ваганов Е. А., Кирдянов А. В., Круглов В. Б., Мазепа В. С., Наурзбаев М. М., Хантемиров Р. М. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методическое пособие. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
7. Cook E. R. A time series approach to tree-ring standardization: Ph. D. dissertation. – Tucson: Arizona University Press, 1985. – 171 p.