

УДК (630.561.1.24+582.475)(235.222)

А.Ю. Бочаров
Д.А. Савчук

A.Yu. Bocharov
D.A. Savchuk

ДЕНДРОЭКОЛОГИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) НА ЛЕСОСТЕПНОЙ ГРАНИЦЕ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛТАЙ)

DENDROECOLOGY OF SIBIRIAN LARCH (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) AT THE FOREST-STEPPE LINE (THE CENTRAL ALTAI)

Структура хвойных лесов на нижней климатической границе их распространения (по градиенту: нижняя часть лесного пояса → лесостепная граница → лесостепной экотон) на северном макросклоне Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай) сложная, циклично-разновозрастная, с тремя возрастными поколениями. При движении вдоль градиента (от леса к степи) участие лиственницы в составе насаждений увеличивается. Полученные хронологии радиального прироста лиственницы по высотному профилю хорошо согласуются между собой, но различаются по амплитуде. В современный период инструментально зафиксированного на Алтае потепления климата на лесостепной границе и в лесостепном экотоне радиальный прирост лиственницы лимитируется недостатком осадков и высокой температурой воздуха в течение вегетационного периода.

Годичные кольца деревьев позволяют точно определить возраст деревьев и исследовать динамику изменения прироста древесины. Исследования на южной границе ареала в зоне контакта со степной растительностью проводились на лиственнице (Кучеров, 2010; Магда и др., 2011), сосне (Магда, Зеленова, 2002; Вахнина, 2011; Матвеев, Матвеева, Шурыгин, 2012), ели финской и сосне при их совместном произрастании (Тишин, 2008). При этом выявлено преобладающее влияние осадков на динамику прироста. В то же время изучение радиального прироста деревьев вместе с таксационным и, в частности, возрастным строением лесов с учетом существующих закономерностей хода роста древостоев позволяет проследить развитие лесных экосистем в течение их жизни, охарактеризовать темпы и особенности их развития в условиях климатических изменений.

Структура лиственничных древостоев (*Larix sibirica* Ledeb.) и влияние климатических переменных на радиальный рост деревьев изучались в зоне контакта леса и степи на северном макросклоне Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай) в лесах нижней части лесного пояса, на лесостепной границе и лесостепном экотоне. Керны отбирались на 5 постоянных пробных площадях (ПП) (по экологическому градиенту: нижняя часть лесного пояса → лесостепная граница → лесостепной экотон) вдоль высотного профиля (1650–1750 м над ур. м.) (см. табл.). Заложение пробных площадей осуществлялось с учетом существующих рекомендаций, на них проводился сплошной пересчет деревьев по возрастным поколениям, измерялись высоты и диаметры деревьев, подсчитывался подрост. Для определения возрастной структуры лесов буровом брались керны отдельно по породам. При подготовке и анализе полученных образцов древесины применялись стандартные дендрохронологические методы. Для выявления климатического отклика деревьев использовались среднемесячные температуры и суммы осадков ближайшей метеостанции Актру.

Анализ таксационной структуры насаждений показал, что древостои нижней части лесного пояса и на лесостепной границе обладают достаточно сложным строением. Они представлены тремя породами, имеют циклично-разновозрастную структуру основного древостоя, состоящую из трех возрастных поколений. Некоторые характеристики исследованных лесных сообществ приведены в таблице.

В нижней части лесного пояса, в районе поймы р. Актру, на высотах 1720–1750 м преобладают разнотравные кедровые леса с участием в составе лиственницы до 21 % и ели до 23 % по запасу (см. рис. 1). Кедровая часть древостоя представлена тремя возрастными поколениями. Средний возраст первого (основного) поколения – 171 год, наиболее молодого – 60 лет. Высота – 12,5 и 5,7 м, соответственно. Абсолютная полнота кедровой части – 20,1 м²/га, для древостоя в целом – 35,7 м²/га. Бонитет от V до Va. Лиственничный древостой также состоит из трех возрастных поколений. Первое и основное по запасу поколение представлено единичными деревьями со средним возрастом 215 лет, второе и третье имеют близкий возраст с первым и третьим поколениями кедра – 162 и 53 года соответственно. Средний возраст первого поколения ели

– 133 года, высота – 15,6 м, средний возраст деревьев второго и третьего поколений близок к возрасту кедровой части – 97 и 50 лет. Подрост елово-кедровый, общим количеством до 5 тыс. шт./га.

Таблица

Основные таксационные характеристики пробных площадей (ПП) в нижней части лесного пояса Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай)

№ ПП	Абсолют. высота, м	Состав по возрастным поколениям, % по запасу	Бонитет	Площадь сечения м ² /га	Средние значения для основной породы по запасу		
					D, см	H, м	A, лет
1	1750	30K _I 23K _{II} 3K _{III} 10E _I 10E _{II} 3E _{III} 9Л _I 7Л _{II} 5Л _{III}	Va	35,7	17,3	10,3	115
2	1700	6Л _I 66Л _{II} 21Л _{III} 4E 3K	V	22,4	11,7	11,6	108
3	1700	10Л _I 59Л _{II} 18Л _{III} 11K _I 2K _{II} ед.Е	V	17,1	13,8	11,6	96
4	1660	24Л _I 46Л _{II} 30Л _{III}	Va	98,1	20,4	13,3	195
5	1660	51Л _I 49Л _{II}	IV,5	69,0	15,0	9,8	75

На лесостепной границе распространены разнотравные лиственничники с участием кедра в составе от 3 до 11 % по запасу. Ель на некоторых участках лиственничников может достигать 4 % в составе, но в основном представлена единичными экземплярами 50–60-летнего возраста (рис. 2А). Лиственничная часть

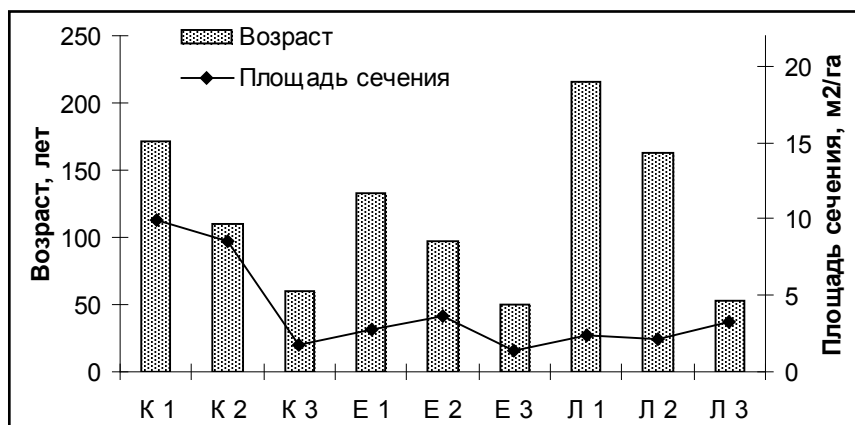


Рис. 1. Возрастная структура и абсолютная полнота возрастных поколений древостоев в нижней части лесного пояса (ПП 1)

древостоя состоит из трех поколений. Бонитет возрастных групп от III,5 до Vб. Абсолютная полнота лиственницы от 15,8 до 20,9 м²/га, для древостоя в целом – 17,1–22,4 м²/га. Первое поколение представлено единичными деревьями со средним возрастом от 231 до 238 лет. Средняя высота – 10–14,5 м. Второе – основное поколение имеет средний возраст от 83 лет на границе леса со степью до 126 лет в приграничных участках леса. Возраст наиболее молодого поколения лиственницы по всей границе леса близок и составляет 53 года. Кедровый древостой представлен одним или двумя поколениями со средним возрастом основного яруса 89–128 лет и второго – 58 лет. Средняя высота 9,2–13,1 м и 5,5 м, соответственно. Бонитет от V до Va. Абсолютная полнота от 0,6 до 2,0 м²/га. Подрост в основном кедровый, развивается в окнах древостоя и под кронами деревьев кедра, количеством до 3 тыс. шт./га.

В лесостепном экотоне на высоте 1660 м встречаются изолированные участки лиственницы с достаточно высокой полнотой и сомкнутостью. Бонитет от V до Va. Абсолютная полнота до 98,1 м²/га. Данные древостои состоят из двух, реже трех возрастных поколений (рис. 2Б). Первое поколение представлено единичными деревьями со средним возрастом 265 лет и высотой – 18,3 м. Второе основное поколение имеет средний возраст от 184 до 189 лет, среднюю высоту 13–16 м. Наиболее молодое третье поколение – средний возраст от 69 до 73 лет и среднюю высоту 4,3–8,3 м. Отмечен лиственничный подрост количеством до 1 тыс. шт./га.

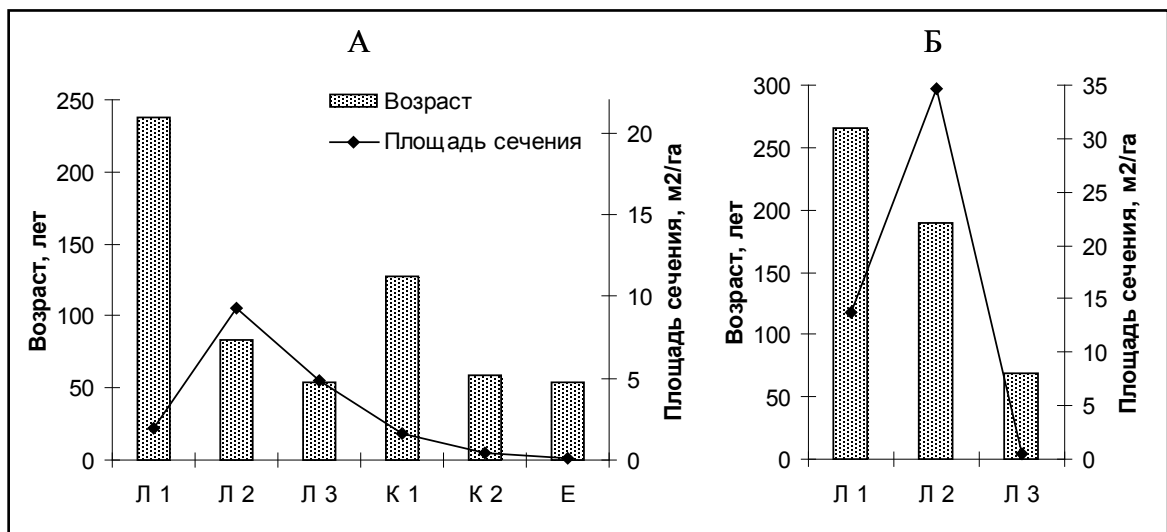


Рис. 2. Возрастная структура и абсолютная полнота возрастных поколений древостоев на лесостепной границе (А) (ПП 3) и в лесостепном экотоне (Б) (ПП 4)

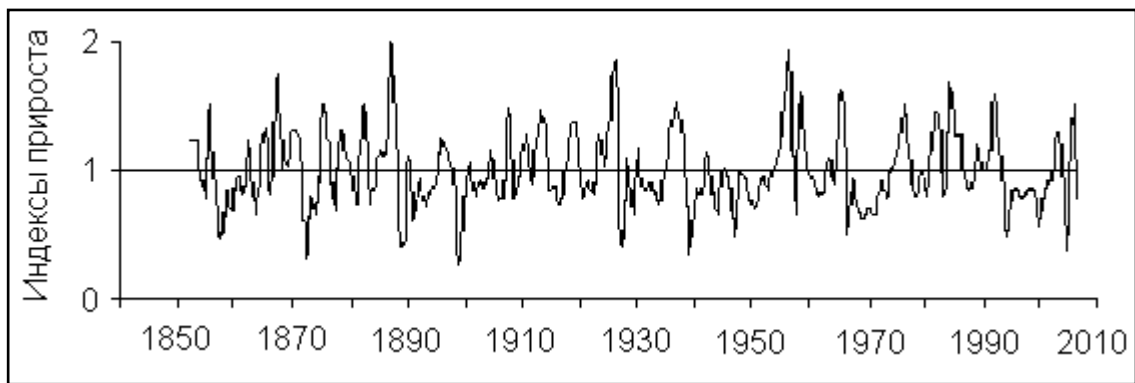


Рис. 3. Обобщенная хронология индексов радиального прироста лиственницы в зоне контакта «лес–степь» Северо–Чуйского хребта (Центральный Алтай)

Для анализа динамики радиального прироста деревьев лиственницы были построены 5 хронологий максимальной длительностью 157 лет (рис. 3). Индивидуальные серии хронологий показали достаточно высокую синхронность (до 75 %). Коэффициент чувствительности от 0,22 в нижней части лесного пояса до 0,38 в лесостепном экотоне.

Тренд индексов прироста лиственницы в принятый в метеорологии «нормальный период» (1951–1970 гг.) слабо положительный, а в период современного потепления (с 1980-х гг.) – отрицательный (рис. 4).

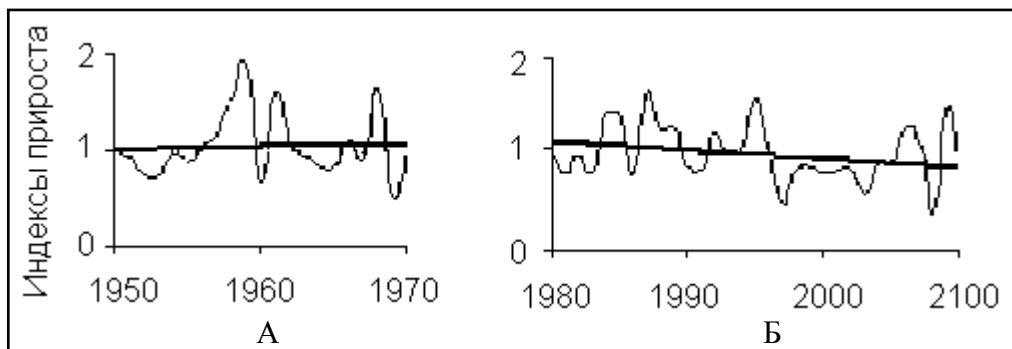


Рис. 4. Индексы радиального прироста лиственницы в 1951–1970 (А) и 1980–2010 гг. (Б). Линиями показаны линейные тренды изменчивости прироста

Согласованность в динамике ширины годовых колец, общие периоды понижений и повышений радиального прироста индивидуальных серий предполагают наличие воздействия общего внешнего фактора на рост деревьев лиственницы. Сравнение полученных древесно-кольцевых серий с климатическими характеристиками показало наличие климатического сигнала в хронологии (рис. 5).

У деревьев в насаждениях нижней части лесного пояса, произрастающих вблизи поймы р. Актру (выравненные условия увлажнения), обнаружена положительная связь прироста с осадками: значения коэффициентов корреляции составили для июля $R = 0,43$, июля и августа $R = 0,41$. На лесостепной границе деревья отрицательно реагируют на увеличение летних температур: корреляция с температурами июля $R = -0,38$, июля–августа $R = -0,39$. Прирост здесь положительно связан с осадками июля–августа ($R = 0,41-0,43$).

Прирост деревьев лиственницы, произрастающих в лесостепном экотоне, показал отрицательную зависимость со средними температурами мая и июля ($R = -0,44$ и $-0,39$, соответственно). Положительная связь прироста обнаружена с осадками весенне–летних месяцев (коэффициент корреляции с осадками с мая по июль от $R = 0,38$ до $0,48$).

Таким образом, на основании проведенных исследований на нижней климатической границе распространения (по градиенту: нижняя часть лесного пояса – лесостепная граница – лесостепной экотон) на северном макросклоне Северо–Чуйского хребта (Центральный Алтай) установлено, что структура хвойных лесов сложная, циклично–разновозрастная, с тремя возрастными поколениями. При движении вдоль градиента (от леса к степи) участие лиственницы в составе насаждений увеличивается. Полученные хронологии радиального прироста лиственницы по высотному профилю хорошо согласуются между собой, но различаются по амплитуде. В современный период инструментально зафиксированного на Алтае потепления климата на лесостепной границе и в лесостепном экотоне радиальный прирост лиственницы лимитируется недостатком осадков и высокой температурой воздуха в течение вегетационного периода.

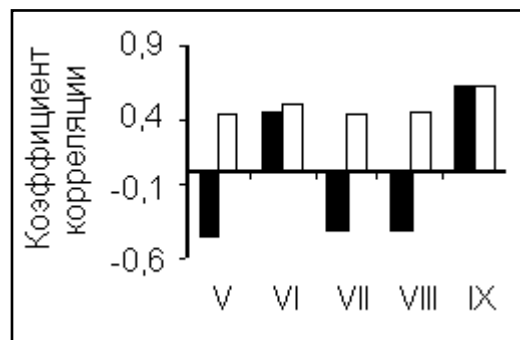


Рис. 5. Корреляция между шириной годовых колец лиственницы нижней части лесного пояса и среднемесячными температурами (темные) и суммами осадков (светлые) за вегетационный период

ЛИТЕРАТУРА

- Вахнина И.Л.** Анализ динамики ширины годовых колец сосны обыкновенной в условиях Восточного Забайкалья // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Серия «Биология, Экология», 2011. – Т. 4, № 3. – С. 13–17.
- Кучеров С.Е.** Реконструкция летних осадков на Южном Урале за последние 375 лет на основе анализа радиального прироста лиственницы Сукачева // Экология, 2010. – № 4. – С. 248–256.
- Магда В.Н., Блок Й., Ойдунаа О.Ч., Ваганов Е.А.** Выделение климатического сигнала на увлажнение из древесно-кольцевых хронологий в горных лесостепях Алтае-Саянского региона // Лесоведение, 2011. – № 1. – С. 28–37.
- Магда В.Н., Зеленова А.В.** Радиальный прирост сосны как индикатор увлажнения в Минусинской котловине // Изв. Русс. геогр. общ-ва, 2002. – Т. 134, вып. 1. – С. 73–79.
- Матвеев С.В., Матвеева С.В., Шурыгин Ю.Н.** Повторяемость сильных засух и многолетняя динамика радиального прироста сосны обыкновенной в Усманском и Хреновском борах Воронежской области // Журн. Сиб. федерал. ун-та. Биология, 2012. – Т. 5, № 1. – С. 27–42.
- Тишин Д.В.** Дендроклиматические исследования ели финской (*Picea x fennica* (Regel) Kom.) на южной границе ареала // Уч. зап. Казанск. гос. ун-та. Естеств. науки, 2008. – Т. 150, кн. 4. – С. 219–225.

SUMMARY

Structure of coniferous trees is complex, cyclic differently aged and with 3 generations at the forest–steppe contact zone (along the gradient the lower forest belt → forest–steppe line → forest–steppe ecotone) in the Severo-Chuisky Range (the Altai Mountains). Moving along the gradient (from the forest to the steppe), portion of larch increases in the stands. The tree ring width chronologies along the gradient are synchronic but differently amplitude. In the present climatic warming period the radial growth of larch limits lower precipitation and higher temperature at the forest–steppe line and forest–steppe ecotone during growing season.