

- Вахнина Ирина Леонидовна** **Irina L. Vakhnina**
*Институт природных ресурсов,
экологии и криологии СО РАН,
г. Чита* *Institute of Natural Resources,
Ecology and Cryology SB RAS,
Chita, Russia*
к.б.н., мл. научный сотрудник *PhD, junior research fellow*
- Агафонов Геннадий Максимович** **Gennadiy M. Agafonov**
*Институт природных ресурсов,
экологии и криологии СО РАН,
научный сотрудник* *Institute of Natural Resources,
Ecology and Cryology SB RAS,
Chita, Russia, researcher*

**ПРИРОСТ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)
ХЭНТЭЙ-ЧИКОЙСКОГО НАГОРЬЯ**

**INCREMENT OF ANNUAL RINGS
OF KHENTEI-CHIKOY HIGHLANDS *PINUS SYLVESTRIS* L. TREES**

Рассмотрены значения радиального прироста сосны обыкновенной в условиях Хэнтэй-Чикойского нагорья. Выполнена оценка статистических параметров приростов, дан анализ динамики ширины годичного кольца и реперных лет с минимальными приростами. Построенные хронологии характеризуются чувствительностью по отношению к условиям среды.
Ключевые слова: *сосна, радиальный прирост, ширина годичного кольца.*

*This article presents the results of dendrochronological investigations of the *Pinus sylvestris* L. trees in Khentei-Chikoy Highlands. Study of statistical parameters, the analysis of the tree-ring width modifications and characteristic of years with minimal increment, comparative analysis of radial increment were made.*
Keywords: *pine, radial increment, tree-ring width.*

Хэнтэй-Чикойское нагорье составляет восточную часть горного пояса Южной Сибири, протянувшегося вдоль южной границы России (примерно половина его находится на территории Монголии). Максимальная протяженность нагорья более 350 км, максимальная ширина до 140 км. Преобладающие высоты от 1500 до 2200 м, максимальная – 2519 м (г. Быстринский Голец) [4]. Оно глубоко вклинивается в степную зону, поэтому горная тайга Хэнтея – один из самых южных её участков. гра-

ничающих с монгольскими степями. Основные ландшафты кроме тайги представлены предгорным редколесьем и гольцами. Тайга сформирована преимущественно лиственницами сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и даурской (*Larix dahurica* Turcz. ex Trautv.), сосной сибирской (*Pinus sibirica*, L.). Незначительные площади заняты сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), пихтой (*Abies sibirica* Ledeb.) и елью (*Picea obovata* Ledeb.). Лиственничные леса занимают преимущественно склоны северных экспозиций, сосняки – относительно теплые, хорошо освещенные склоны южных экспозиций.

Климат резко континентальный. На климатические условия территории влияют внутриконтинентальное положение, высота над уровнем моря и расчлененность рельефа. Из природных особенностей, сказывающихся на размерах радиального прироста, можно выделить значительный диапазон колебаний годовых атмосферных осадков [2], изменчивость которых от года к году может составлять 170-500 мм (по данным сайта <http://www.meteo.ru/>), наличие заморозков в начале периода вегетации и минимальная относительная влажность воздуха в мае [3], когда происходит активация деятельности камбия.

Годичные кольца деревьев интегрируют влияние многих факторов. Поэтому характеристика динамики ширины годичных колец за период жизни дерева позволяет дать оценку трансформации природных комплексов вызванную природными и антропогенными факторами (пожары, близость промышленных предприятий и др.).

Материалами для анализа изменчивости радиального прироста деревьев служили спиловы сосны обыкновенной. Спиловы получены авторами на участке, где в декабре 2011 года была проведена рубка главного пользования. Спиловы взяты на высоте 50 см от корневой шейки. Деревья произрастали в сосняке травяном на склонах крутизной около 12-15 градусов южной и юго-западной экспозиций. Географические координаты участка рубки 49°25' с.ш., 108°45' в.д., абсолютная высота 1050 м. Древостой представлен сосной обыкновенной, лиственницей сибирской, березой повислой (*Betula pendula* Roth.), одиночно встречается осина (*Populus tremula* L.). Формула древостоя – 4С2Л2Б2Ос, полнота насаждения – 0.4. Средняя высота древостоя составляла 16-18 м, средний диаметр исследуемых деревьев изменялся в пределах 50-70 см.

Целью работы является анализ изменения радиального прироста сосны под влиянием совокупности сопряжено действующих факторов в условиях Хэнтэй-Чикойского нагорья.

Измерения ширины годичных колец (ШГК) и построение индивидуальных серий приростов выполнены с использованием общеприня-

тых дендрохронологических методик [6] с использованием специализированного оборудования (LINTAB-6) в ИПРЭК СО РАН (г. Чита). Статистическая обработка результатов проводилась с помощью стандартных дендрохронологических методов в программе COFESHA и методами описательной статистики. Цикличность в рядах прироста выявлена с помощью спектрального Фурье-анализа.

По измерениям ширины годовых колец получено 10 индивидуальных серий приростов сосны (табл. 1, рис. 1). Длительность индивидуальных хронологий варьирует от 70 до 113 лет при среднем значении 98 лет. По самой длительной хронологии измерения охватывают период с 1899 г. по 2011 г. Репрезентативная выборка представлена с 1917 года (9 спилов).

Таблица 1

Статистические параметры результатов измерений

Номер образца	Радиус, см	Кол-во годовых колец, шт.	Период, гг.	$X \pm m$, мм	Мин., мм	Макс., мм	Дисперсия
ХЧ_П_1	17	107	1905-2011	1.57 ± 0.09	0.31	4.9	0.80
ХЧ_П_2	20	96	1916-2011	2.03 ± 0.11	0.22	4.2	1.07
ХЧ_П_3	19.5	104	1908-2011	1.87 ± 0.12	0.16	5.28	1.50
ХЧ_П_4	20.5	97	1915-2011	2.15 ± 0.09	0.3	4.24	0.81
ХЧ_П_5	15	70	1942-2011	2.11 ± 0.12	0.45	4.71	0.94
ХЧ_П_6	16.5	113	1899-2011	1.48 ± 0.05	0.26	2.68	0.28
ХЧ_П_7	12	105	1907-2011	1.14 ± 0.04	0.07	2.22	0.18
ХЧ_П_8	13	95	1917-2011	1.34 ± 0.05	0.22	2.5	0.26
ХЧ_П_9	16	96	1916-2011	1.68 ± 0.07	0.39	3.78	0.52
ХЧ_П_10	17	101	1911-2011	1.71 ± 0.10	0.26	3.8	1.00
Среднее	16.65	98.4	1914-2011	1.67 ± 0.06	0.26	3.095	0.35

Примечание: $X \pm m$ – среднее значение и его ошибка.

ШГК по всем спилам варьирует от 0.07 мм до 5.28 мм при среднем значении по отдельным деревьям от 1.14 мм до 2.15 мм. В начальный период роста с 1912 г. по 1953 г. средние размеры годовых колец составляли 2.14 мм, а с 1954 г. по 2011 г. – 1.40 мм, что это свидетельствует о влиянии возрастных особенностей в формировании годовых колец у исследуемой группы деревьев. При оценке возрастного тренда по индивидуальным сериям отмечено, что у 70% деревьев период большого роста начинается с 1-5 лет (от центрального годового кольца) и продолжается до 23-42-летнего возраста (33 года среднее), а у 30% деревьев тренд не выражен.

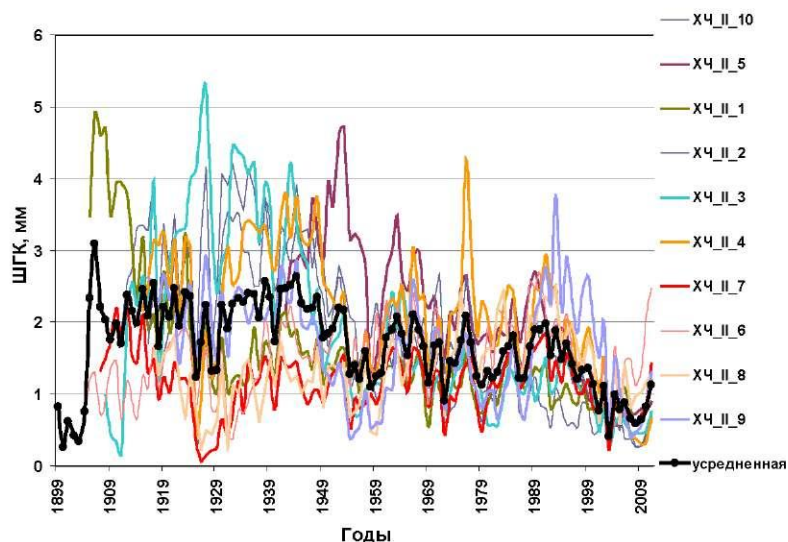


Рис. 1. Графики измеренных значений ШГК (по 10 стилям и среднему значению).

Для дальнейшего анализа влияния внешних факторов на динамику ШГК необходимо устранение выраженного возрастного тренда в изменчивости ШГК каждого дерева, что возможно с помощью процедуры стандартизации – получение индексированных рядов, у которых исключены возрастные особенности прироста. Индексы вычислялись как отклонение значений прироста данного года от среднего за 5 лет, как это принято в лесоводстве и лесной таксации, по формуле [7]:

$$I_t = W_t / Y_t,$$

где I – индекс прироста, W – фактическая ширина годичного кольца,
 Y – средняя ширина годичного кольца за 5 лет, все для года t .

Межсерийные коэффициенты корреляции свидетельствуют о синхронности в рядах прироста у разных деревьев, что связано с реакцией на влияние сходных внешних факторов. Это позволило усреднить все полученные серии ШГК и получить обобщенную древесно-кольцевую хронологию (ОДКХ) по измеренным значениям приростов и индексированную ОДКХ (рис. 2).

Определение цикличности в рядах прироста методами Фурье-анализа показало, что наиболее значимые пики спектральной плотности отмечаются на периодах в 7-8 и 27 лет. За весь интервал исследо-

ваний выпавшие годовые кольца в рядах прироста отсутствуют, что свидетельствует о благоприятных условиях произрастания, но отчасти может объясняться и небольшим возрастом деревьев. Отмечаются синхронные по всем деревьям снижения размеров прироста в отдельные годы. Реперные годы с аномально низкими приростами приходятся на 1903, 1918, 1925, 1926, 1928, 1954-1956, 1969, 1972, 1978, 1979, 2001, 2008 годы (табл. 2). Особенно выделяется 2003 год, когда размеры ШГК в два раза меньше по сравнению со средним значением, наблюдаемым по всем хронологиям. Этот год аномален и по другим биологическим объектам [5]. Повышенный прирост отмечался в 1904-1906, 1912, 1930, 1976, 2011 гг.

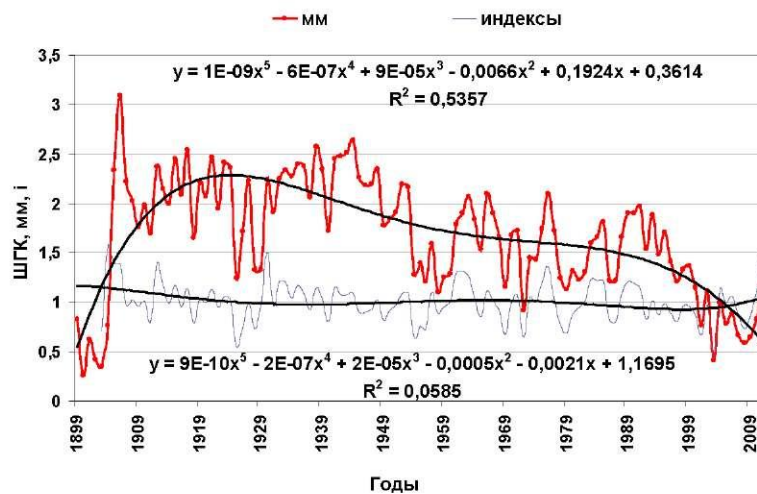


Рис. 2. Обобщенные ДКХ по измеренным и индексированным значениям прироста. Аппроксимация выполнена с помощью полиномиальной функции 5-го порядка.

Анализ изменения радиального прироста сосны под влиянием совокупности сопряжено действующих факторов в условиях Хэнтэй-Чикойского нагорья показал, что ШГК у разных деревьев сосны обыкновенной характеризуется сходной динамикой с хорошо выраженными цикличностью и формированием минимальных приростов. Полученная древесно-кольцевая хронология может быть охарактеризована как чувствительная к факторам внешней среды и может быть использована

Таблица 2

Годы с высоким и низким приростами (по индексированной ОДКХ)

Годы	Низкий прирост	Годы	Высокий прирост
1903	0.71	1904	1.58
1911	0.80	1905	1.40
1918	0.79	1906	1.39
1925	0.55	1912	1.39
1926	0.74	1913	1.17
1928	0.73	1915	1.18
1940	0.80	1917	1.14
1945	0.89	1921	1.13
1949	0.82	1930	1.51
1954	0.64	1932	1.21
1955	0.76	1933	1.20
1956	0.73	1935	1.17
1958	0.89	1938	1.15
1965	0.85	1941	1.15
1969	0.68	1957	1.10
1972	0.64	1961	1.30
1978	0.76	1962	1.31
1979	0.69	1963	1.27
1980	0.88	1966	1.11
1986	0.82	1975	1.20
1987	0.80	1976	1.36
1992	0.83	1983	1.24
1994	0.87	1984	1.22
1996	0.89	1985	1.22
1997	0.80	1989	1.20
2000	0.87	1990	1.19
2001	0.67	1991	1.14
2003	0.43	2004	1.13
2007	0.88	2010	1.11
2008	0.73	2011	1.49
2009	0.86		

для выявления ведущих факторов и анализа функций климатического отклика.

Полученные результаты являются начальным этапом исследования для получения репрезентативной картины отклика древесных растений

территории, отличающейся своеобразием природно-климатических условий и представляющей в этой связи интерес как объект для создания национального парка [1].

Работа выполнена в рамках базового проекта VIII.76.3.5. и при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант 11-04-98013-р_сибирь_а.

Литература

1. Агафонов Г. М., Стрижова Т. А., Кочнева И. С. Природа Национального парка как образовательный ресурс // Природоохранное сотрудничество: Россия, Монголия, Китай. 2010. № 1. – С. 12–16.
2. Вахнина И. Л. Радиальный прирост сосны обыкновенной в районе г. Читы во второй половине прошлого столетия // Проблемы региональной экологии. 2011. № 3. – С. 114–118.
3. Дегтев А. В. Климат Восточного Забайкалья. – Чита, 1991. – 96 с.
4. Кулаков В. С. Хэнгэй-Даурское Нагорье // Энциклопедия Забайкалья: Читинская область: С-Я. Т. IV. – Новосибирск: Наука, 2006. – С. 264.
5. Магафонов Д. В., Иттилова М. Ц., Камалтынов Р. М. Особенности экспансии *Gmelinoidea fasciatus* (Stebbing, 1899) водоемов Восточного Забайкалья (на примере озера Арахлей) // Сибирский экологический журнал. 2006. № 5. – С. 595–601.
6. Методы дендрохронологии. Ч. I: Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учеб.-метод. пособие / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов и др. – Красноярск: КраСГУ, 2000. – 80 с.
7. Румянцев Д. Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – 109 с.