Прирост годичных колец хвойных в Южном Сихотэ-Алине в связи с изменениями региональных и глобальных факторов среды

Ловелиус Н.В.

Трофимова А.Д.

Исследования проведены в Верхнеуссурийском биогеоценотическом стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН, расположенного в бассейне р. Правая Соколовки (приток IV порядка р. Уссури) в пределах высотных отметок от 440 до 1108 м над ур. м. и занимающего площадь около 4,5 тыс. га. По своим природным характеристикам территория стационара типична для среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня и служит своеобразным эталоном южной тайги с господством широколиственно-кедровых и пихтово-еловых лесов [4, 5]. Согласно физико-географическому районированию рассматриваемая территория относится к Западно-Сихотэ-Алинской горной области Амуро-Приморской страны [1]. На стационаре с 1973 года ведутся комплексные исследования лесных экосистем на постоянных и временных пробных площадях [2, 4-10].

В среднегорном поясе (от 450 до 850 м над ур. м.), где проводилась работа, основная ландшафтообразующая роль принадлежит широколиственно-кедровым и типичным кедровникам [3]. Постоянными спутниками сосны корейской в этом поясе служат ель аянская и пихта белокорая [6].

В задачи нашей работы входило: а) проследить особенности формирования радиального прироста сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой. б) Определить распределение температуры воздуха и атмосферных осадков и характеристик солнечной (W) и геомагнитной (aa) активности, галактических космических лучей (ГКЛ) в годы аномальных изменений прироста годичных колец.

Материалами для анализа изменчивости радиального прироста деревьев были керны модельных деревьев сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой, произрастающих в пихтово-еловом лесу с кедром и березой желтой на постоянной пробной площади № 11-1975. Керны деревьев были отобраны буравом Плесстлера в 2008 и 2009 гг. Методика взятия и последующая обработка образцов опубликована ранее [8]. Измерения выполнялись под бинокулярным микроскопом МБС – 1 в единицах шкалы окуляр-метрометра (с точностью 0,01 мм) с последующим переводом их в миллиметры (таб. 1,2.3).

Данные по средним месячным температурам воздуха и сумме осадков по месяцам были взяты из метеостанции «Чугуевка», расположенной в долине р. Уссури на высоте 257 м над ур. м. и находящейся в 30 км к северо-западу от района исследований. Числа Вольфа, индекс аа, ГКЛ получены от профессора В.А. Дергачева.

Наибольшего возраста достигает кедр от 200 до 300 лет, ель аянская 150 – 230 лет, а пихта белокорая имеет серии годичных колец от 40 до 110 лет, это обусловлено частым поражением ее деревьев сердцевинной гнилью. Для анализа использован ряд с 1900 по 2008 год, по длине самой короткой серии годичных колец пихты.

Таблица 1

Прирост годичных колец сосны корейской (мм) на п.п. 11-1975 гг

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| годы | 1900 | 1910 | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
| 0 | 0,8 | 0,96 | 0,94 | 0,95 | 0,76 | 0,68 | 0,7 | 0,77 | 1,1 | 1,11 | 0,72 |
| 1 | 1,07 | 0,91 | 0,83 | 0,87 | 0,59 | 0,66 | 0,78 | 0,85 | 1,07 | 0,97 | 0,84 |
| 2 | 1,04 | 0,9 | 1,05 | 0,77 | 0,75 | 0,77 | 0,96 | 0,84 | 1,14 | 0,89 | 0,93 |
| 3 | 1,06 | 0,73 | 0,96 | 0,58 | 0,69 | 0,59 | 1,01 | 0,68 | 1,28 | 0,88 | 0,48 |
| 4 | 0,84 | 0,93 | 0,81 | 0,7 | 0,72 | 0,68 | 0,73 | 0,99 | 0,94 | 0,86 | 0,65 |
| 5 | 0,84 | 0,85 | 0,85 | 0,74 | 0,75 | 0,65 | 0,72 | 0,89 | 0,84 | 0,87 | 0,69 |
| 6 | 0,86 | 0,78 | 1,11 | 0,69 | 0,72 | 0,61 | 0,71 | 0,81 | 0,93 | 0,96 | 0,56 |
| 7 | 0,83 | 0,81 | 1,19 | 0,65 | 0,68 | 0,65 | 0,74 | 0,94 | 1,12 | 0,54 | 0,57 |
| 8 | 0,94 | 0,93 | 0,97 | 0,68 | 0,72 | 0,63 | 0,77 | 0,79 | 1,01 | 0,78 | 0,69 |
| 9 | 0,9 | 0,81 | 0,98 | 0,81 | 0,53 | 0,63 | 0,74 | 0,88 | 1,04 | 0,96 |  |
| сред | 0,92 | 0,86 | 0,97 | 0,74 | 0,69 | 0,66 | 0,79 | 0,84 | 1,05 | 0,88 | 0,68 |

Таблица 2

Прирост годичных колец ели аянской (мм) на п.п. 11-1975 гг

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| годы | 1900 | 1910 | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
| 0 | 0,3 | 0,41 | 0,4 | 1,32 | 0,91 | 0,99 | 0,58 | 1,14 | 0,69 | 0,67 | 0,43 |
| 1 | 0,34 | 0,49 | 0,37 | 1,22 | 0,76 | 0,91 | 0,59 | 1,1 | 0,67 | 0,81 | 0,51 |
| 2 | 0,4 | 0,53 | 0,37 | 1,21 | 0,62 | 0,88 | 0,71 | 1,22 | 0,66 | 0,68 | 0,63 |
| 3 | 0,41 | 0,51 | 0,42 | 1,21 | 0,58 | 0,81 | 0,92 | 1,07 | 0,64 | 0,71 | 0,31 |
| 4 | 0,36 | 0,48 | 0,51 | 1,18 | 0,73 | 0,82 | 1,08 | 1,06 | 0,66 | 0,69 | 0,3 |
| 5 | 0,41 | 0,48 | 0,84 | 1,11 | 0,98 | 0,64 | 1,23 | 0,92 | 0,74 | 0,49 | 0,45 |
| 6 | 0,45 | 0,49 | 0,9 | 1,14 | 1,08 | 0,81 | 1,15 | 1,01 | 0,8 | 0,53 | 0,38 |
| 7 | 0,43 | 0,42 | 1,09 | 1,06 | 1,09 | 0,82 | 1,07 | 1,01 | 0,87 | 0,42 | 0,31 |
| 8 | 0,42 | 0,38 | 1,13 | 1,12 | 1,17 | 0,73 | 1,05 | 0,84 | 0,77 | 0,38 | 0,38 |
| 9 | 0,38 | 0,33 | 1,17 | 0,93 | 0,94 | 0,65 | 0,99 | 0,65 | 0,77 | 0,44 | 0 |
| сред | 0,39 | 0,45 | 0,72 | 1,15 | 0,89 | 0,81 | 0,94 | 1,00 | 0,73 | 0,58 | 0,37 |

Таблица 3

Прирост годичных колец пихты белокорой (мм) на п.п. 11-1975 гг

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| годы | 1900 | 1910 | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
| 0 | 1,1 | 0,37 | 0,23 | 1,47 | 3,33 | 2,68 | 2,4 | 2,25 | 1,53 | 1,59 | 0,78 |
| 1 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 1,77 | 3,15 | 2,37 | 2,03 | 2,47 | 1,68 | 1,43 | 0,77 |
| 2 | 0,6 | 0,37 | 0,4 | 1,8 | 2,9 | 2,57 | 2,15 | 2,43 | 1,81 | 1,39 | 1,12 |
| 3 | 0,6 | 0,27 | 0,43 | 1,57 | 2,5 | 2,34 | 2,36 | 2,04 | 1,87 | 1,25 | 0,8 |
| 4 | 0,5 | 0,37 | 0,5 | 1,33 | 2,63 | 2,48 | 2,38 | 2,09 | 1,6 | 1,36 | 0,82 |
| 5 | 0,2 | 0,27 | 0,57 | 1,55 | 3,02 | 2,42 | 2,22 | 1,92 | 1,62 | 1,07 | 0,81 |
| 6 | 0,2 | 0,33 | 0,53 | 2,08 | 3,64 | 2,55 | 2,35 | 1,81 | 1,45 | 1,11 | 0,92 |
| 7 | 0,43 | 0,37 | 0,63 | 2,35 | 3,26 | 2,38 | 2,51 | 1,88 | 1,69 | 0,97 | 0,7 |
| 8 | 0,33 | 0,27 | 0,83 | 2,5 | 3,56 | 2,13 | 2,48 | 1,71 | 1,63 | 0,85 | 0,65 |
| 9 | 0,37 | 0,4 | 1 | 2,9 | 2,67 | 2,55 | 2,6 | 1,5 | 1,56 | 0,94 | 0,51 |
|  | 0,51 | 0,33 | 0,54 | 1,93 | 3,07 | 2,45 | 2,35 | 2,01 | 1,64 | 1,2 | 0,79 |

По материалам таблиц построена дендрограмма (рис. 1) средних 10-летних значений прироста годичных колец кедра, ели аянской и пихты белокорой.

Рис.1. Дендрограмма средних 10-летних значений прироста кедра (К), ели аянской (Е) и пихты белокорой (П)



Прирост пихты белокорой отличается большими значениями, в среднем за десятилетия он достигает 3,07 мм, что в 3 раза больше чем у других пород (рис. 1).

Для приведения серий годичных колец к сравнимому виду были рассчитаны отклонения от 10-летней календарной нормы и построены графики суммарной вероятности встречаемости отклонений от нормы (рис. 3). Оказалось, что наибольший диапазон колебаний имеет кедр (40 – 230), за ним ель (50 – 160) и пихта (30 – 180%).

Рис.2. Суммарная вероятность встречаемости прироста кедра, ели и пихты в мм



Рис.3. Суммарная вероятность повторяемости отклонений прироста кедра, ели и пихты в отклонениях от многолетней нормы



Таблица 4

Годы аномально максимальных и минимальных отклонений пророста деревьев

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №пп |  | К% | K% | K% |  | K% | K% | K% |
|  | годы | Пихта | Ель | Кедр | годы | Пихта | Ель | Кедр |
| 1 | 1902 | 116,9 | 103,8 | 109,1 | 1899 | 90,91 | 80,86 | 92,22 |
| 2 | 1903 | 116,9 | 104,4 | 110,3 | 1904 | 97,4 | 91,55 | 93,47 |
| 3 | 1912 | 111,1 | 118 | 112,7 | 1918 | 80,81 | 84,8 | 96,29 |
| 4 | 1927 | 116,6 | 151,7 | 112,9 | 1920 | 42,94 | 55,15 | 82,67 |
| 5 | 1928 | 153,4 | 156,5 | 107,3 | 1921 | 55,21 | 51,68 | 90,68 |
| 6 | 1929 | 184,1 | 162 | 109,8 | 1924 | 92,02 | 71,41 | 91,3 |
| 7 | 1946 | 118,8 | 121,8 | 114,4 | 1935 | 80,28 | 96,43 | 81,35 |
| 8 | 1947 | 106,3 | 122,7 | 119,9 | 1942 | 94,61 | 69,82 | 91,43 |
| 9 | 1948 | 116,1 | 132,2 | 110,5 | 1943 | 81,56 | 65,93 | 85,68 |
| 10 | 1950 | 109,4 | 123,2 | 103,2 | 1955 | 98,98 | 79,71 | 96,29 |
| 11 | 1952 | 105 | 109,5 | 113,3 | 1958 | 87 | 90,64 | 95,6 |
| 12 | 1970 | 111,9 | 113,7 | 109,2 | 1961 | 86,3 | 63,39 | 90,74 |
| 13 | 1971 | 122,7 | 109,7 | 114,9 | 1975 | 95,5 | 91,57 | 96,68 |
| 14 | 1972 | 121 | 122,3 | 116,1 | 1978 | 85,11 | 83,67 | 75,24 |
| 15 | 1974 | 104,1 | 105,5 | 116,5 | 1979 | 74,61 | 65,23 | 81,72 |
| 16 | 1990 | 133,4 | 115,3 | 109,1 | 1995 | 89,35 | 83,66 | 97,93 |
| 17 | 1991 | 119,7 | 139,2 | 103,5 | 1998 | 70,86 | 65,54 | 95,13 |
| 18 | 2002 | 142,3 | 153,2 | 130,3 | 2007 | 88,84 | 75,02 | 69,47 |

Годы с аномально большими и малыми приростами (таб. 4) были отобраны из отклонений прироста годичных колец от 10-летней календарной нормы. Для них и предшествующих лет выполнены выборки средних месячных температур воздуха и сумм осадков и построены климатограммы (рис.4 и 5).

Рис.4. Осадки в Верхнеуссурийском стационаре в годы больших (сплошная линия) и малых приростов деревьев (пунктир)



Рис.5. Температура воздуха с нарастающим итогом в Верхнеуссурийском стационаре в годы больших (сплошная линия) и малых приростов деревьев (пунктир)



Внутригодовое распределение осадков накануне и в годы с аномальным приростом существенно различается. Их максимумы накануне приходятся на июль и август при незначительной разнице, тогда как в годы аномалий они наблюдаются в июне (в годы с положительными аномалиями прироста) и августе (в годы с малым приростом), причем их разница в августе составляет 55,7 мм. Это дает основание заключить, что внутригодовое распределение осадков имеет наибольшее значение в годы с аномальным приростом деревьев.

Распределения температуры воздуху показало (рис 5), что благоприятными для роста деревьев являются более высокие температуры накануне дат с аномальным приростом. Это дает основание сделать вывод о большей значимости положительных температур накануне дат с аномальным приростом деревьев.

Анализ чисел Вольфа накануне и в годы наибольших приростов исследуемых пород показал, что солнечная активность достигает самых высоких значений, а годы наименьших наблюдается её снижение (Рис. 6). В годы с максимальным приростом солнечная активность наиболее высокая в период вегетации растений с апреля по август.

Рис.6. Средние месячные значения чисел Вольфа (W) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов деревьев



Геомагнитная активность имеет хорошо выраженный сезонный ход с максимумами в марте и сентябре и с минимумами в январе, июне и декабре (Рис. 7). В годы аномально больших приростов максимумы геомагнитной активности накануне в марте и сентябре, а в годы аномалий в марте и октябре. Причем значения индекса аа увеличивается в осенний период с 22,6 до 25,4, который является одним из самых больших показателей. Можно сделать вывод, что повышенная геомагнитная активность положительно влияет на прирост деревьев в годы аномалий.

Распределение галактических космический лучей накануне и в годы наибольших и наименьших величин прироста показано на рис. 8. Из него следует, что накануне аномальных величин прироста значения галактических космических лучей имеют больший диапазон различий. В период вегетации их величины меньше, особенно заметное снижение галактических космических лучей период с апреля по август в годы больших приростов. Следует подчеркнуть, что снижение ГКЛ происходит синхронно с увеличением солнечной активности (рис. 6).

Рис.7. Средние месячные значения индекса геомагнитной активности (аа) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов деревьев



Рис.8. Средние месячные значения галактических космических лучей (ГКЛ) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов деревьев



Для получения представлений о диапазоне различий факторов среды в годы противоположных аномалий выполнены расчеты отношений их характеристик в годы максимумов к данным в годы минимумов (рис. 9,10). Анализ распределения соотношения температуры и осадков показывает, что наибольший диапазон различий прослеживается в температуре накануне в апреле и равен 257,7 %. В годы аномалий температуры воздуха не имеют таких амплитуд и колеблются от 138,8 в апреле и до 82 % в ноябре. В изменении осадков наибольшие амплитуды также прослеживаются накануне дат аномальных приростов (40,1-156,9%). В годы аномалий их значения имели несколько меньше диапазон различий (54,6-148,7%).

Рис. 9. Отношение температуры и осадков в годы с наибольшим к данным в годы с наименьшим приростом годичных колец



На рисунке 10 представлены отношения солнечной и геомагнитной активности, галактических космических лучей, на котором ось значений различий дана в одном масштабе, что позволяет видеть наличие наибольших амплитуд солнечной активности, затем геомагнитной активности и наименьшими амплитудами характеризуются галактические космические лучи. К числу их особенности следует отнести существенные внутригодовые различия в активности Солнца в годы аномалий, которые достигают максимального значения в мае месяца в годы аномалий 175,5 %.Они находятся в противофазе с геомагнитной активностью, имеющий так же наибольшие амплитуды колебаний в годы аномалий.

Галактические космические лучи накануне и в годы аномалий не имеют выраженных внутригодовых колебаний, но имеют тенденцию к увеличению в годы аномалий, изменяясь в пределах накануне 79-82% и в годы аномалий 82-88%.

Рис. 10. Отношение солнечной (W) и геомагнитной активности (aa), галактических космических лучей (ГКЛ) в годы с наибольшим к данным в годы с наименьшим приростом годичных колец



Проведенный анализ факторов среды накануне и в годы аномального прироста сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой дает возможность проследить насколько велико значение внутригодового перераспределения метеорологических и гелиофизических характеристик природной среды для роста деревьев во время их относительного покоя и в период вегетации.

Пока нет достоверного подтверждения разделения прямого и опосредованного влияния проанализированных факторов, что не исключает возможности прямых воздействий гелиофизических факторов на прирост деревьев.

Благодарности: Комаровой Татьяне Александровне, доктору биологических наук, профессору за консультации и сотрудничество в период сбора материалов для этой работы. БПИ ДВО РАН город Владивосток.

Пальчикову Сергей Борисовичу (кандидату с.х. наук) и Румянцеву Денису Евгеньевичу (кандидату сельскохозяйственных наук) за предоставленную возможность обрабатывать материал в лаборатории «Здоровый лес».

Дергачеву Валентину Андреевичу, доктору физ.-мат. наук, профессор за предоставление архивных материалов по солнечной и геомагнитной активности, галактическим космическим лучам. ФТИ РАН Санкт-Петербург.

Список литературы

1. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М.: Высш.шк., 1987.- 448 с.
2. Жильцов А.С. Гидрологическая роль горных хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья. Владивосток. «Дальнаука». 2008. – 331 с.
3. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956.- 261 с.
4. Комарова Т.А., Ловелиус Н.В., Ахмедьянов С.А., Глушко С.Г., Сапожников А.П., Шакирзянова А.Г. Материалы к характеристике послепожарного лесовосстановительного ряда лещинного кедровника с темнохвойными. Владивосток: «ВИНИТИ». 1990. – 56 с.
5. Комарова Т.А. Послепожарные сукцессии в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток: «Дальнаука» ДВО РАН. 1992. – 223 с.
6. Комарова Т.А., Ловелиус Н.В., Жильцов А.С. Индикация природных процессов в лесах среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток: «Дальнаука». 2009.- 200 с.
7. Кудинов А.И. Широколиственно-кедровые леса Южного Приморья и их динамика. Владивосток. «Дальнаука». 2004.- 368 с.
8. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л.: «Наука». 1979. – 232 с.
9. Ловелиус Н.В., Комарова Т.А. Прирост деревьев в Южном Сихотэ-Алине и факторы среды// Лесные экосистемы Северо-Восточной Азии и их динамика. Материалы международной конференции 22-26 августа Владивосток. 2006 г. – С. 119 – 121.
10. Ловелиус Н.В., Комарова Т.А., Вон-Кей Пак, Ле Д.К., Канг Х.С. Дендроиндикация условий произрастания Pinus Koraiensis Siebold et Zucc. в Южном Сихотэ-Алине// Общество. Среда. Развитие. СПб.: «Астерион». 2007. № 1. – С. 121 – 132.
11. Таранков В.И. Введение в дендроклиматологию Дальнего Востока // Гидроклиматические исследования в лесах Советского Дальнего Востока// Владивосток, 1973. – С. 7 – 23 с.