

## ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИРОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЕЛИ И СОСНЫ В ДОЛИНЕ р. ЛУГИ)

*Анализируется прирост годичных колец основных лесобразующих пород хвойных – ели и сосны, произрастающих в долине среднего течения р. Луги. Выявляются даты аномалий прироста двух пород; проводится анализ метеорологических и гелиофизических факторов в годы аномальных приростов деревьев.*

**Ключевые слова:**

*аномальный прирост, галактические космические лучи, геомагнитная активность, годичное кольцо, ель, осадки, солнечная активность, сосна, температура, циркуляция атмосферы.*

Изучению прироста древесных растений на Северо-Западе России и в других регионах посвящено большое количество публикаций [1–16 и др.], среди которых значительное место занимают разработки авторов. В задачу нашего исследования входит: установить наличие черт единства в погодичных и многолетних колебаниях прироста деревьев, определить диапазон колебаний прироста годичных колец двух пород и выявить основные факторы природной среды в годы аномальных отклонений прироста от многолетней нормы.

Средние характеристики модельных деревьев ели и сосны, из которых буравом Пресслера было взято по 2 керна, приведены в табл. 1.

Всего в работе использованы 38 модельных деревьев (23 ели и 15 сосен), по которым выполнено несколько тысяч измерений и построены обобщенные серии прироста годичных колец в абсолютных значениях (табл. 2, 3). Для приведения данных к сопоставимому виду и определения аномальных отклонений показатели измерений рассчитаны как отклонения от 10-летней календарной нормы, результаты расчетов приведены на рис. 1 и 2.

Анализ ежегодных изменений прироста ели и сосны показал, что согласованность ежегодных колебаний в абсолютных значениях (мм) имеет коэффициент корреляции 0,78, в отклонениях от 10-летней нормы – 0,53, а средние 10-летние приросты (мм) имеют самый высокий коэффициент корреляции 0,92 (рис. 3). По ходу двух дендрограмм в абсолютных значениях прослеживается проявление ритма большой продолжительности с минимумом в 1990-е годы. Из этого можно сделать вывод, что независимо от разной экологии этих пород их реакция на изменения факторов среды в многолетнем ходе совпадает.

Определение факторов среды, на фоне которых происходит формирование межгодовых и внутривековых изменений прироста, оказалось возможным при выявлении дат наиболее значительных отклонений от средней 10-летней календарной нормы, они приведены в табл. 4. Средние значения различий между максимумами и минимумами для сосны составляет 56,3 %, у ели – 43,1 %, а разница отклонений прироста для двух пород составляет 13,2 %. Следовательно, есть основание предположить, что сосна более чутко отзывается на изменение условий среды.

Таблица 1

**Средние значения морфометрических показателей модельных деревьев ели и сосны, произрастающих в районе географической станции «Железо» (Ленинградская обл.)**

Порода	Количество деревьев	Высота дерева, м	Высота взятия керна, м	Обхват ствола, м		Годы измерений
				У корневой шейки	На высоте 1,3 м	
Ель	23	25	0,5	1,4	1,3	1896–2006
Сосна	15	21,9	0,5	1,63	1,35	1902–2006

Средние значения прироста годовичных колец ели по 23 модельным деревьям (мм)

Годы	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
0		1,8	2,7	3,5	2,8	2,3	4,3	2,6	2,4	2,4	3	2,4
1		2,2	3,5	3,5	2,8	2,6	4	2,7	2,6	2,8	2	2,8
2		2,1	3,3	3,5	3	2	3,5	3	2,6	2,8	1,8	2,7
3		3,4	2,8	3,5	3,4	3,2	3,6	2,6	2,1	3	2	2,4
4		3,2	3,2	3,6	3,2	3,8	2,8	2,5	2,5	2,6	2,3	2,8
5		3,3	3,3	3,8	3,1	4,4	2,7	2,4	2,9	1	1,8	2,8
6	0,6	3,5	3,6	3,3	3,1	4,2	2,3	2,2	2,6	2	1,6	2,6
7	0,8	2,5	3,4	3,1	3,3	4	2,6	2,2	2	2,2	1,8	
8	1	2,3	3,6	4,9	3,5	3,6	2,5	2,1	2,3	2,7	1,8	
9	0,8	2,9	4,1	2,7	2,9	3,7	2,9	2,2	2,5	2,7	2	

Таблица 3

Средние значения прироста сосны по 15 модельным деревьям (мм)

Годы	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
0		1,2	4	3,5	2,8	4,6	2,6	2,7	1,8	2	1,6
1		1,8	4	3,2	2	4,4	2,4	2,6	1,8	2	2
2	1,1	2,5	3,6	3,5	2	4	2,8	2,4	1,8	1,7	2
3	1,2	2,4	3,6	4,3	3,2	3,6	2,5	2	1,9	1,4	2
4	1,9	3,5	3,8	4,1	3,5	3	2,4	1,9	2,2	1,5	1,7
5	2	3,3	4,2	3,6	4,5	2,8	2,2	2,1	1,9	1,9	2,3
6	3,5	3,9	3,7	3,8	4,6	2,2	1,8	1,3	1,4	1,4	3,1
7	2,7	3,3	3,7	4	4,5	2,6	2	1,7	1,4	1,1	
8	2,2	3,8	3,4	4,2	4	2,4	2	1,8	1,6	1,4	
9	2,4	4,4	3,2	3,7	4	2,6	2,4	1,8	2,2	1,2	

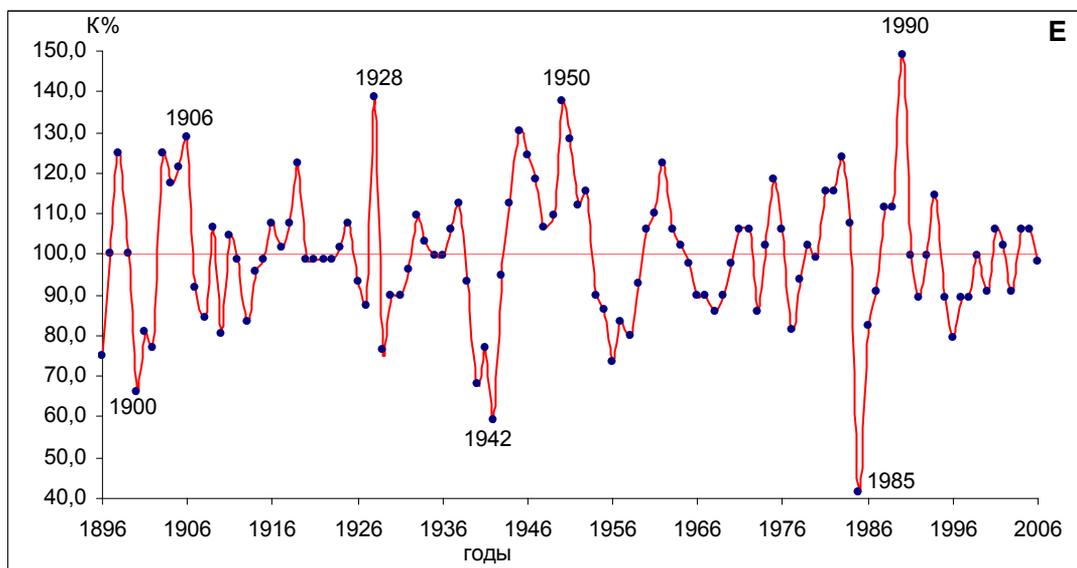


Рис. 1. Дендрограмма ели в отклонениях от 10-летней нормы (%) 1896–2006 гг.

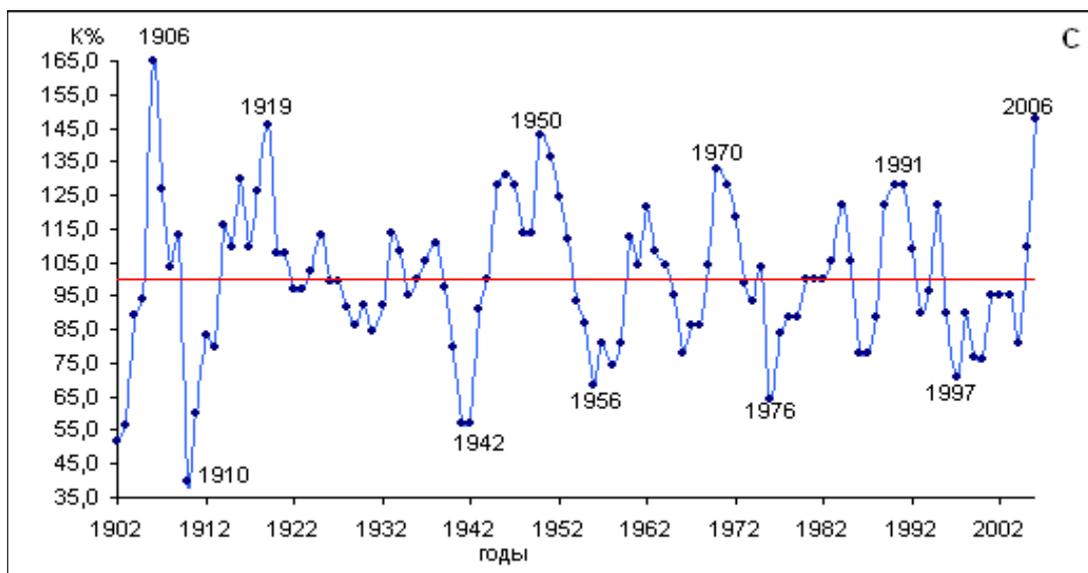


Рис. 2. Дендрограмма сосны в отклонениях от 10-летней нормы (%) 1902–2006 гг.

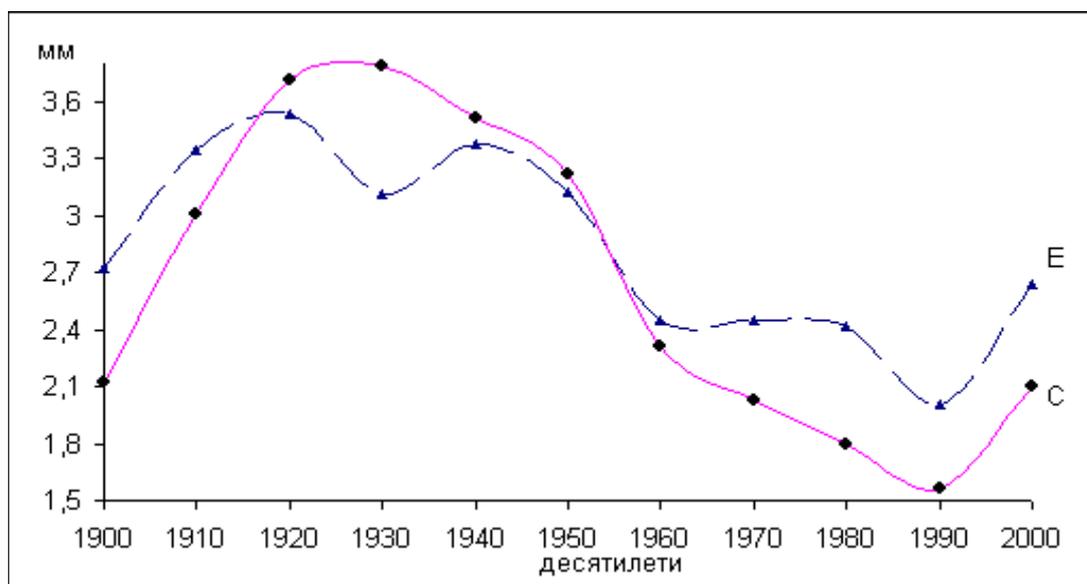


Рис.3. Средние десятилетние приросты годичных колец ели (Е) и сосны (С). Коэф. корреляции 0,92.

В состав факторов среды были включены данные по температуре воздуха, осадкам, циркуляции атмосферы, солнечной и геомагнитной активности накануне и в годы аномальных отклонений прироста деревьев. На рис. 4 приведены результаты анализа температуры воздуха с нарастающим итогом.

Из него можно заключить, что аномально большие приросты деревьев формируются при наличии высокой температуры воздуха накануне и в годы аномалий. В распределении осадков наблюдаются различия накануне и в годы аномальных приростов. Наиболее выразительные различия в распределении осадков проявля-

## Годы аномалий прироста ели и сосны в районе геостанции «Железо»

№ п.п.	Максимумы $\geq 109,3\%$			№ п.п.	Минимумы $\leq 89,6\%$		
	Годы	индексы			Годы	индексы	
		Ель	Сосна			Ель	Сосна
1	1906	128,7	164,7	1	1902	77,2	51,8
2	1919	122,4	146,2	2	1910	80,6	39,9
3	1933	109,3	113,5	3	1913	83,6	79,7
4	1938	112,5	110,8	4	1929	76,3	86,0
5	1945	130,2	128,2	5	1940	68,0	79,8
6	1946	124,3	131,1	6	1941	76,9	57,0
7	1947	118,3	128,2	7	1942	59,2	57,0
8	1949	109,5	114,0	8	1955	86,5	87,0
9	1950	137,8	142,9	9	1956	73,7	68,3
10	1951	128,2	136,6	10	1957	83,3	80,7
11	1952	112,2	124,2	11	1958	80,1	74,5
12	1953	115,4	111,8	12	1968	85,7	86,6
13	1962	122,4	121,2	13	1977	81,6	83,7
14	1989	111,6	122,2	14	1986	82,6	77,8
15	1990	149,3	128,2	15	1997	89,6	70,5
		122,1	128,3			79,0	72,0

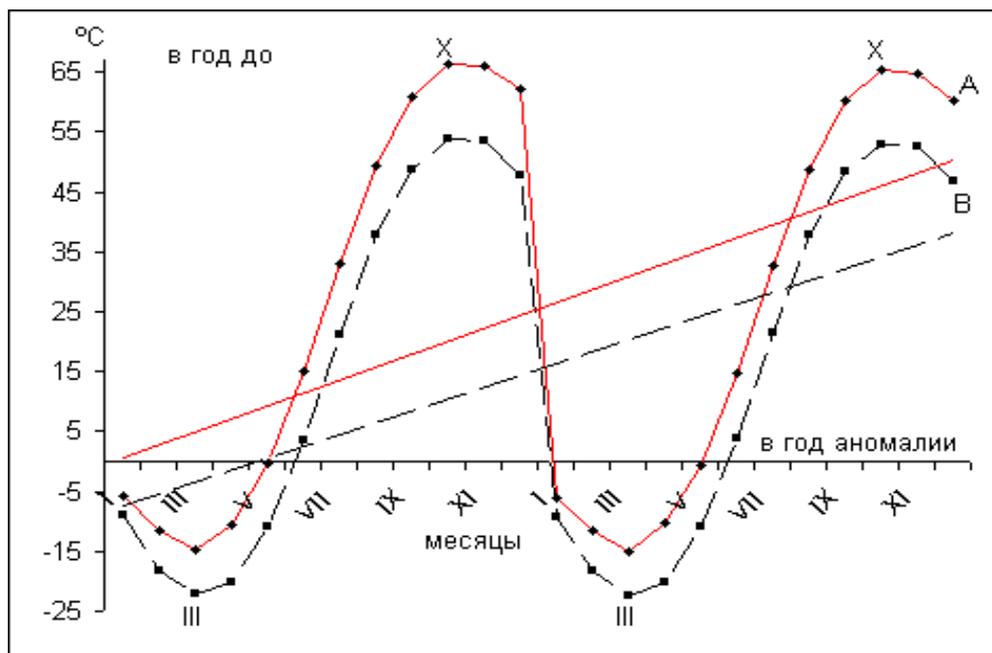


Рис. 4. Температура воздуха с нарастающим итогом в годы больших (А) и малых (В) приростов ели и сосны в районе геостанции «Железо».

ются в июне–августе в годы аномальных приростов. Есть основание заключить, что при незначительном различии годовых сумм осадков (в годы противоположных аномалий) это подтверждается линейными трендами (рис. 5). Наиболее существенное значение имеет их внутригодовое распределение и в особенности в период вегетации.

Соотношение температуры воздуха и осадков, как известно, существенно зависит от обмена воздушных масс, и потому послужило основанием получить этому количественное подтверждение (рис. 6). Распределение количества дней с меридиональной циркуляцией имеет хорошо выраженный сезонный ход накануне и в годы противоположных аномалий прироста деревьев. При этом наиболее значительные различия наблюдаются накануне и в годы наибольших величин прироста ели и сосны. Так, в годы с большим приростом минимально количество дней с меридиональной циркуляцией, что согласуется с максимальными температурами и осадками в период вегетации.

Анализ внутригодового распределения чисел Вольфа в годы противоположных аномалий показал, что накануне и в годы максимально больших приростов деревьев наблюдается высокая солнечная активность (рис. 7). Причем экстремальные

значения попадают на август месяц, как и в распределении осадков, характеристик зональной циркуляции атмосферы и солнечной активности.

Индекс геомагнитной активности  $a_a$  имеет выраженный сезонный ход с двумя максимумами и минимумом в июне. В годы больших приростов и накануне он имеет хорошо выраженное превышение над характеристиками в годы малых приростов (рис. 8).

Анализ распределения галактических космических лучей накануне и в годы противоположных аномалий прироста ели и сосны показал полную противофазу с распределением чисел Вольфа, что подтверждает общие представления о существенном снижении притока галактических космических лучей к Земле в период высокой активности Солнца (рис. 9).

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- межгодовые изменения прироста ели и сосны в районе исследований имеют несущественные различия (рис. 1, 2), которые нивелируются при их осреднении по 10-летиям, коэф. корреляции 0,92 (рис. 3);
- для оптимальных условий формирования больших приростов деревьев необходимы высокие температуры воздуха накануне и в годы аномалий (рис. 4);

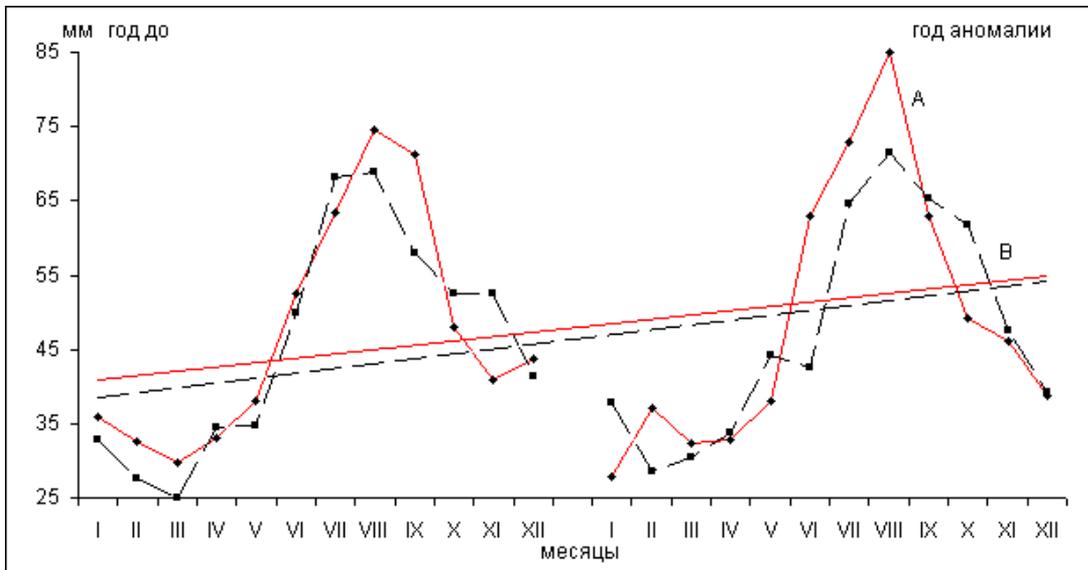


Рис. 5. Осадки в годы больших (A) и малых (B) приростов ели и сосны в районе геостанции «Железо». Коэф. корреляции 0,87.

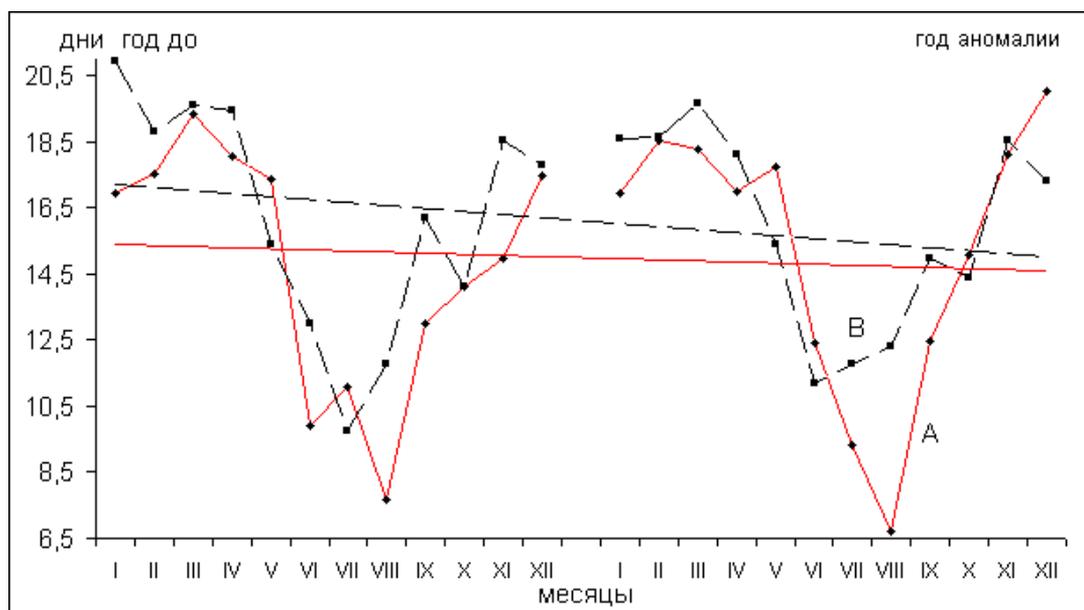


Рис. 6. Меридианальная циркуляция атмосферы в годы больших (А) и малых (В) приростов сосны и ели. Коэф. корреляции 0,82.

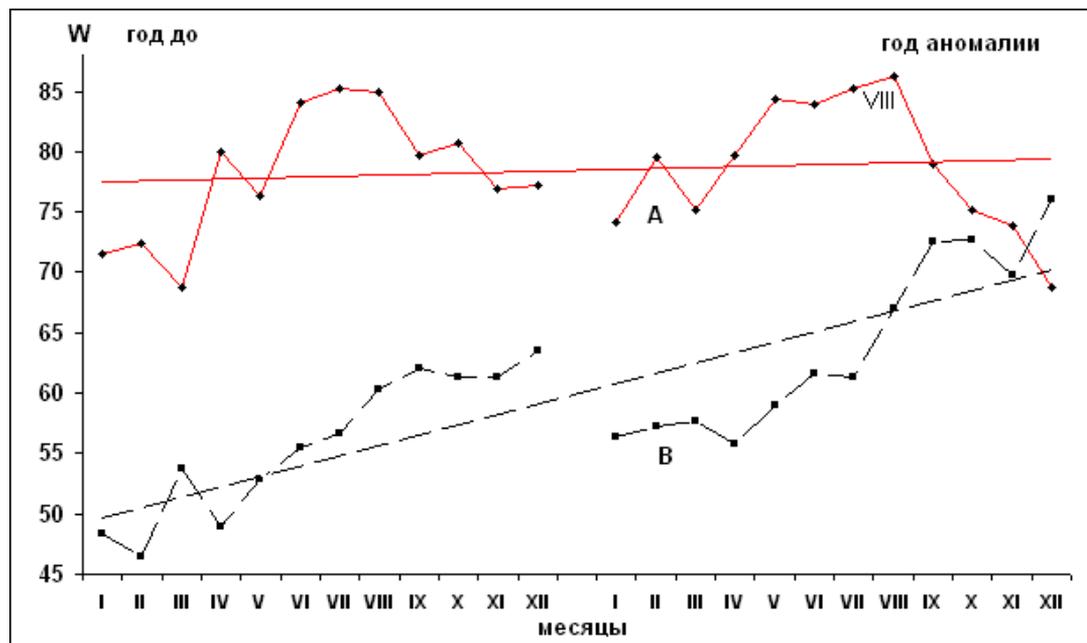


Рис. 7. Солнечная активность в годы больших (А) и малых (В) приростов ели и сосны в районе геостанции «Железо».

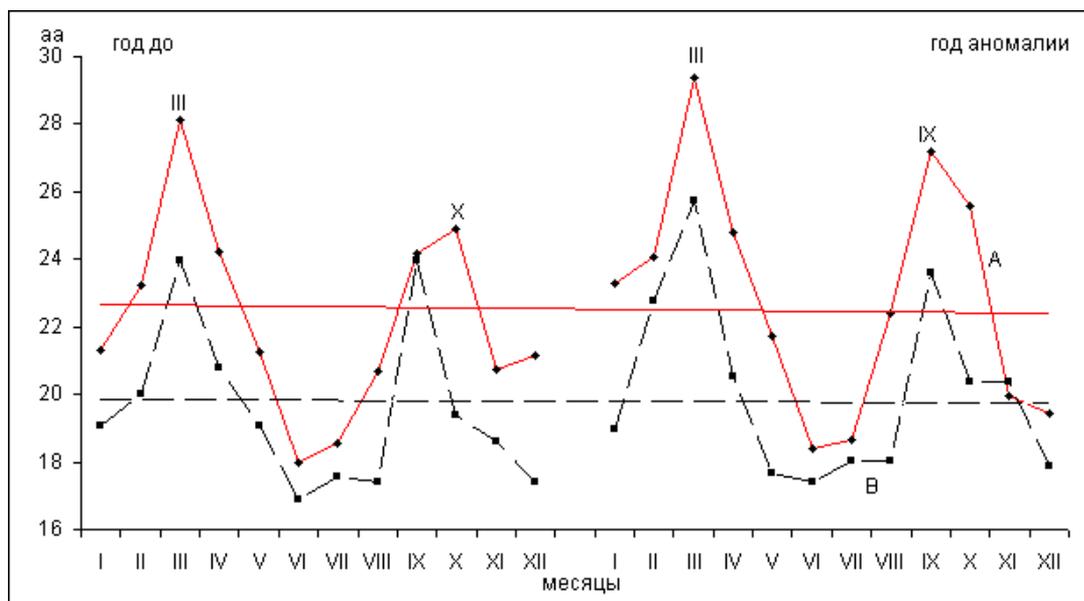


Рис. 8. Геомагнитная активность в годы больших (А) и малых (В) приростов ели и сосны. Коэф. корреляции 0,85.

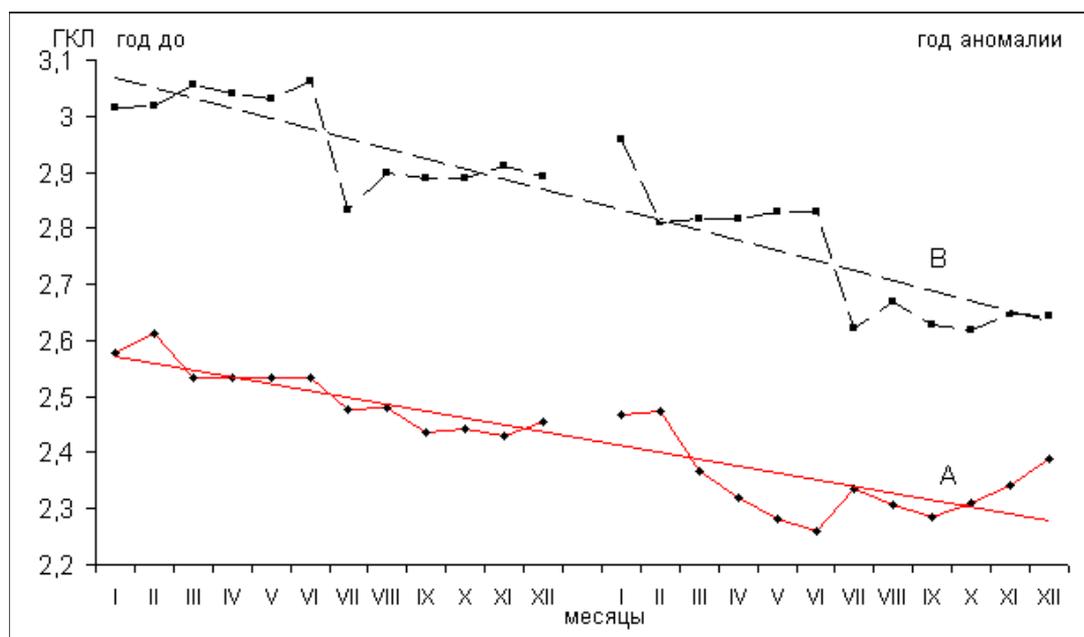


Рис. 9. Галактические космические лучи в годы больших (А) и малых (В) приростов ели и сосны (по ст. Мурманск). Коэф. корреляции 0,81.

– большие приросты деревьев формируются при наличии большого количества осадков в период вегетации (в июне–августе) при минимальном вторжении холодных воздушных масс с Севера (рис. 5, 6);

– факторы среды внеземного происхождения – солнечная и геомагнитная актив-

ность, галактические космические лучи – являются фоновыми характеристиками природной среды, которые вносят свой вклад в изменение распределения гидрометеорологических элементов, и не исключено их непосредственное воздействие на рост и развитие древесных растений.

### Список литературы:

1. Битвинкас Т.Т. Дендроклиматические исследования. – Л., 1974. – 172 с.
2. Дергачев В.А., Чистяков В.Ф. 210- и 2400-летние солнечные циклы и колебания климата // Солнечный цикл. – СПб. – С. 112–130.
3. Ловелиус Н.В. Дендроиндикация. Dendroindication. – СПб: ПАНИ, 2000. – 313 с. (на русском и английском языке).
4. Ловелиус Н.В. Дендроиндикация состояния лесных экосистем и природных условий (о. Рязков, Кандалакский залив) // Геология и эволюционная география. – СПб.: Изд-во «Эпиграф». 2005. – С. 188–196.
5. Ловелиус Н.В. Дендроиндикация состояния хвойных на о. Валаам // Изв. РГО. Т. 131. – 1999, Вып. 5. – С. 83–90.
6. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. – Л.: Наука, 1979. – 232 с.
7. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий / Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. докт. биолог. наук. – Днепропетровск, 1981. – 60 с.
8. Ловелиус Н.В. Колебания прироста годичных колец хвойных на верхней границе леса в горных районах СССР / Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. географ. наук. – Л., 1970. – 20 с.
9. Ловелиус Н.В. Опыт применения дендрохронологического анализа для изучения изменений климата (на примере Восточного Саяна) // XIX Герценовские чтения. География и геология. – Л., 1966. – С. 34–36.
10. Ловелиус Н. В. Становление дендроиндикации как направления научных и прикладных исследований. – СПб.: «Европейский дом». 2001. – 312 с.
11. Ловелиус В.Н., Грицан Ю.И. Лесные экосистемы Украины и тепло- влагообеспеченность. – СПб: ПАНИ, 1998. – 336 с.
12. Ловелиус Н.В., Колесников А.П. Характеристика среды в годы аномалий радиального прироста лиственницы в Санкт-Петербурге // LIX Герценовские чтения. – СПб., 2006. – С 36–43.
13. Ловелиус Н.В., Колесников А.П. Факторы среды в годы аномальных приростов лиственницы на острове Валаам // LIX Герценовские чтения. – СПб., 2007. – С. 22–29.
14. Логинов В.Ф., Шерстюков Б.Г., Оль А.И., Акатова Н.И. Индексы солнечной и геомагнитной активности. – Обнинск, 1991. – 152 с.
15. Чиркова Э.Н. Современная гелиобиология. – М.: Гелиос, 2005. – 520 с.
16. Lovelius N.V. Dendroindication of natural processes and antropogenic influences. – St.-Petersburg: «World and Family-95», 1997. – 320 p.