

## ЧЕРТЫ ЕДИНСТВА В ПРИРОСТЕ СОСНЫ И ЕЛИ НА СОЛОВЕЦКОМ АРХИПЕЛАГЕ И ФАКТОРЫ СРЕДЫ

*Выявлены годы с аномально большими и малыми величинами прироста годичных колец сосны и ели, произрастающих на островах Соловецкого архипелага. Установлено, что глобальные факторы среды (солнечная и геомагнитная активность, галактические космические лучи, циркуляция атмосферы северного полушария) оказывают большее влияние на формирование прироста деревьев, чем региональные – атмосферные осадки и температура воздуха.*

**Ключевые слова:**

*аномалии, галактические космические лучи, геомагнитная активность, индексы прироста годичных колец, обобщённая серия, солнечная активность, типы циркуляции.*

Леса Соловецкого архипелага являются уникальным объектом для определения влияния природных факторов на рост деревьев. Здесь леса занимают 67,7% территории и являются основным средообразующим компонентом природной среды. Лесные насаждения Соловецких островов, их структура, состояние, прирост и влияние на них региональных и глобальных факторов природной среды являются предметом наших исследований [1–7].

В данной статье рассмотрен прирост по обобщённым сериям годичных колец сосны и ели (табл. 1), приведённых к сопоставимому виду путём расчёта их индексов (отклонений от 10-летней календарной нормы). Обобщённая серия по сосне насчитывает 455 годичных колец (1553–2007 гг.), по ели – 232 годичных кольца, анализ проведён за период с 1776 по 2007 гг.

Расчёты показали, что совпадения отклонений прироста меньше нормы составили 68 лет, а больше нормы – 52 года, в сумме – 120 лет или 52%.

Для определения факторов среды, влияющих на формирование прироста деревьев, отобраны две группы лет с отклонениями прироста  $\geq 102\%$  и  $\leq 98\%$  для периода с 1891 по 2007 гг. (табл. 2). За это время есть данные метеорологических наблюдений по станции «Соловки».

В состав факторов среды были включены: средние месячные температуры воздуха и месячные суммы атмосферных осадков по м. с. «Соловки», характеристики солнечной и геомагнитной активности, галактические космические лучи, приходящие на границу атмосферы, характеристики циркуляции атмосферы северного полушария по типизации Б.Л. Дзержеевского, представленные 4-мя группами элементарных циркуляци-

онных механизмов для северного полушария [8–11]. Перечисленные факторы проанализированы за 24 месяца, т.е. за год до аномальных приростов и в год их образования, что позволяет определить распределение элементов в период относительного покоя и двух периодов вегетации. За меру возможного влияния факторов было принято отношение элементов среды в годы аномально больших приростов годичных колец к данным в годы малых (табл. 3).

В табл. 3 приведены только расчёты годовых характеристик. Они позволяют сделать вывод о незначительном влиянии температуры воздуха накануне (100%) и в годы аномалий (99,3%) и осадков (101 и 105%) соответственно. Высокие значения солнечной и геомагнитной активности характерны для лет с малым приростом, что отразилось в показателе солнечной активности накануне (68,6%) и в годы аномалий (84%). Показатели геомагнитной активности соответственно равны 89,1 и 87,6%. В то же время галактические космические лучи показали накануне 151%, а в год аномалий – 136%. Меридиональная северная группа не имеет существенных различий накануне и в годы аномалий (100 и 101%). Отрицательно влияет на прирост меридиональная южная циркуляция (63,5 и 67,8%). Нарушение в зональности и зональная циркуляция благоприятны для роста сосны и ели. Особое значение имеет зональная циркуляция в годы с большим приростом.

Для формирования представлений о внутугодовом распределении каждого из анализируемых факторов нами принят тот же порядок, как при рассмотрении средних годовых значений, принятый в табл. 3. На рис. 1 приведён ход чисел Вольфа накануне и в годы максимальных и минимальных

Обобщённая серия индексов (К%) годовых колец сосны и ели (жирным шрифтом выделены годы совпадения аномалий прироста двух пород)

годы	<b>1776</b>	1777	1778	1779	1780	1781	1782	1783	1784	1785
сосна	92,2	90,3	<b>111,4</b>	101,3	<b>100,4</b>	96,8	<b>98,1</b>	94,0	110,0	108,3
ель	111,1	123,5	<b>123,5</b>	98,8	<b>128,2</b>	115,4	<b>89,7</b>	102,6	76,9	74,3
годы	1786	1787	1788	1789	1790	1791	1792	1793	1794	1795
сосна	93,4	100,0	104,7	94,3	97,8	106,4	<b>99,2</b>	87,2	90,4	92,3
ель	105,6	96,2	89,1	104,8	100,3	87,6	<b>94,1</b>	109,6	100,0	101,3
годы	1796	1797	1798	1799	1800	1801	1802	1803	1804	1805
сосна	97,2	108,8	<b>113,8</b>	109,9	<b>109,8</b>	<b>114,6</b>	<b>123,2</b>	<b>105,4</b>	101,8	101,4
ель	109,0	98,0	<b>103,0</b>	99,5	<b>108,4</b>	<b>106,2</b>	<b>106,0</b>	<b>105,1</b>	88,1	96,9
годы	1806	1807	1808	1809	1810	1811	1812	1813	1814	1815
сосна	88,5	<b>84,3</b>	<b>93,9</b>	91,4	<b>95,6</b>	<b>89,0</b>	<b>99,8</b>	<b>96,5</b>	126,5	<b>114,6</b>
ель	100,6	<b>96,4</b>	<b>89,4</b>	102,1	<b>89,0</b>	<b>85,8</b>	<b>87,0</b>	<b>94,7</b>	97,4	<b>109,2</b>
годы	1816	1817	1818	1819	1820	1821	1822	1823	1824	1825
сосна	<b>92,0</b>	<b>88,4</b>	99,6	95,5	79,8	92,5	96,7	96,7	<b>98,9</b>	104,8
ель	<b>98,6</b>	<b>99,2</b>	107,7	123,9	104,0	107,9	111,0	106,0	<b>95,9</b>	94,8
годы	1826	1827	1828	1829	1830	1831	1832	1833	1834	1835
сосна	105,1	108,2	<b>102,8</b>	112,6	<b>121,1</b>	113,5	109,6	101,5	<b>101,3</b>	<b>101,8</b>
ель	93,9	94,6	<b>105,6</b>	85,3	<b>101,0</b>	98,6	98,9	95,5	<b>107,1</b>	<b>101,1</b>
годы	1836	1837	1838	1839	1840	1841	1842	1843	1844	1845
сосна	90,4	<b>85,5</b>	85,3	90,1	<b>106,9</b>	<b>105,2</b>	<b>101,8</b>	99,1	100,0	<b>98,0</b>
ель	106,3	<b>89,6</b>	103,6	110,5	<b>111,4</b>	<b>105,9</b>	<b>109,9</b>	111,4	98,3	<b>94,1</b>
годы	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855
сосна	104,2	<b>92,5</b>	<b>97,1</b>	98,4	<b>98,5</b>	<b>97,0</b>	<b>95,9</b>	100,5	108,3	<b>105,9</b>
ель	92,3	<b>93,7</b>	<b>99,3</b>	102,0	<b>97,9</b>	<b>94,3</b>	<b>91,0</b>	94,4	97,9	<b>100,3</b>
годы	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865
сосна	101,0	98,2	<b>100,3</b>	95,2	<b>112,5</b>	<b>110,9</b>	102,2	<b>103,8</b>	<b>105,2</b>	97,2
ель	99,9	101,8	<b>110,9</b>	107,2	<b>101,9</b>	<b>106,8</b>	99,5	<b>104,3</b>	<b>108,3</b>	103,9
годы	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875
сосна	<b>91,1</b>	<b>89,3</b>	<b>94,2</b>	<b>97,6</b>	<b>120,1</b>	107,6	<b>99,3</b>	<b>100,9</b>	<b>97,3</b>	<b>98,4</b>
ель	<b>92,1</b>	<b>95,0</b>	<b>97,9</b>	<b>94,1</b>	<b>102,9</b>	96,5	<b>95,4</b>	<b>103,3</b>	<b>95,6</b>	<b>95,8</b>
годы	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885
сосна	97,0	96,6	94,1	91,2	93,0	96,2	99,5	98,4	<b>95,3</b>	<b>101,3</b>
ель	102,1	107,7	103,9	102,3	104,4	106,0	103,0	102,3	<b>96,5</b>	<b>103,1</b>
годы	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895
сосна	101,3	104,9	103,1	106,5	<b>118,2</b>	<b>117,6</b>	<b>114,1</b>	<b>109,2</b>	<b>97,9</b>	<b>90,2</b>
ель	94,3	99,2	95,8	93,7	<b>109,6</b>	<b>107,4</b>	<b>103,7</b>	<b>103,8</b>	<b>95,2</b>	<b>96,9</b>
годы	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905
сосна	<b>88,7</b>	<b>90,7</b>	<b>91,4</b>	<b>86,4</b>	93,4	97,4	<b>95,1</b>	96,0	<b>106,3</b>	<b>105,2</b>
ель	<b>96,9</b>	<b>96,5</b>	<b>98,3</b>	<b>97,5</b>	103,1	104,5	<b>99,2</b>	104,0	<b>107,4</b>	<b>101,3</b>
годы	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915
сосна	104,5	101,6	104,2	<b>96,1</b>	<b>102,6</b>	<b>105,3</b>	<b>102,3</b>	101,9	<b>96,7</b>	<b>100,5</b>
ель	99,2	99,4	94,8	<b>88,7</b>	<b>105,8</b>	<b>106,3</b>	<b>108,2</b>	93,2	<b>97,0</b>	<b>103,4</b>
годы	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925
сосна	101,4	<b>99,6</b>	<b>92,4</b>	97,8	92,7	<b>97,6</b>	<b>100,9</b>	102,2	<b>108,2</b>	<b>108,9</b>
ель	98,0	<b>97,9</b>	<b>90,4</b>	100,8	104,2	<b>99,1</b>	<b>101,9</b>	98,0	<b>100,7</b>	<b>103,2</b>
годы	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
сосна	99,3	<b>101,6</b>	<b>95,4</b>	<b>93,2</b>	107,0	100,8	<b>99,3</b>	<b>92,8</b>	<b>97,5</b>	<b>93,2</b>
ель	101,0	<b>102,4</b>	<b>93,9</b>	<b>95,0</b>	99,7	93,0	<b>94,0</b>	<b>98,9</b>	<b>97,0</b>	<b>97,7</b>
годы	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945
сосна	96,3	<b>104,0</b>	<b>101,2</b>	<b>107,7</b>	<b>100,9</b>	96,6	97,9	<b>101,6</b>	101,4	100,4
ель	103,9	<b>101,2</b>	<b>109,1</b>	<b>104,7</b>	<b>116,6</b>	112,4	109,7	<b>102,7</b>	93,3	91,6
годы	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
сосна	<b>94,3</b>	<b>93,7</b>	102,6	107,6	104,8	104,8	<b>97,6</b>	<b>104,3</b>	<b>109,7</b>	97,5
ель	<b>92,1</b>	<b>96,5</b>	95,3	90,3	98,4	99,0	<b>94,9</b>	<b>104,6</b>	<b>112,6</b>	103,9
годы	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
сосна	88,8	<b>100,9</b>	<b>97,7</b>	<b>92,8</b>	<b>110,2</b>	97,8	94,5	<b>93,2</b>	<b>96,3</b>	97,9

ель	102,6	<b>105,3</b>	<b>90,6</b>	<b>89,5</b>	<b>111,8</b>	110,5	101,3	<b>97,1</b>	<b>96,2</b>	101,0
годы	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
сосна	103,8	110,5	<b>98,4</b>	<b>96,8</b>	118,3	108,8	<b>106,4</b>	101,8	90,9	<b>91,1</b>
ель	99,6	98,3	<b>94,9</b>	<b>90,8</b>	97,8	95,0	<b>102,9</b>	99,7	100,7	<b>93,5</b>
годы	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
сосна	<b>92,0</b>	<b>101,2</b>	<b>94,0</b>	94,6	94,5	105,1	100,7	<b>109,0</b>	<b>107,1</b>	95,9
ель	<b>90,6</b>	<b>109,1</b>	<b>99,1</b>	111,3	103,1	105,5	82,4	<b>102,6</b>	<b>107,1</b>	100,0
годы	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
сосна	94,8	94,0	<b>102,5</b>	96,5	109,2	<b>95,9</b>	<b>93,1</b>	<b>95,7</b>	<b>95,0</b>	99,8
ель	106,9	109,4	<b>102,9</b>	80,1	72,0	<b>88,4</b>	<b>95,8</b>	<b>96,0</b>	<b>98,1</b>	115,4
годы	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
сосна	<b>104,6</b>	<b>101,3</b>	<b>103,2</b>	<b>102,3</b>	117,8	<b>95,5</b>	<b>87,8</b>	<b>91,3</b>	<b>90,2</b>	<b>93,7</b>
ель	<b>103,9</b>	<b>106,2</b>	<b>111,1</b>	<b>113,0</b>	95,7	<b>93,9</b>	<b>99,2</b>	<b>79,2</b>	<b>77,8</b>	<b>85,7</b>
годы	2006	2007								
сосна	90,2	94,1								
ель	103,9	126,0								

Таблица 2

## Годы аномалий прироста сосны и ели с 1891 года

K ≥ 102			K ≤ 98			K ≥ 102			K ≤ 98		
годы	сосна	ель	годы	сосна	ель	годы	сосна	ель	годы	сосна	ель
1891	117,6	107,4	1894	97,9	95,2	1940	100,9	116,6	1959	92,8	89,5
1892	114,1	103,7	1895	90,2	96,9	1943	101,6	102,7	1963	93,2	97,1
1893	109,2	103,8	1896	88,7	96,9	1953	104,3	104,6	1964	96,3	96,2
1904	106,3	107,4	1897	90,7	96,5	1954	109,7	112,6	1969	96,8	90,8
1905	105,2	101,3	1899	86,4	97,5	1957	100,9	105,3	1975	91,1	93,5
1910	102,6	105,8	1909	96,1	88,7	1960	110,2	111,8	1976	92,0	90,6
1911	105,3	106,3	1914	96,7	97,0	1972	106,4	102,9	1989	96,5	80,1
1912	102,3	108,2	1918	92,4	90,4	1977	101,2	109,1	1991	95,9	88,4
1915	100,5	103,4	1928	95,4	93,9	1983	109,0	102,6	1992	93,1	95,8
1922	100,9	101,9	1929	93,2	95,0	1984	107,1	107,1	1993	95,7	96,0
1924	108,2	100,7	1934	97,5	97,0	1988	102,5	102,9	1994	95,0	98,1
1925	108,9	103,2	1935	93,2	97,7	1996	104,6	103,9	2001	95,5	93,9
1927	101,6	102,4	1946	94,3	92,1	1997	101,3	106,2	2003	91,3	79,2
1937	104,0	101,2	1947	93,7	96,5	1998	103,2	111,1	2004	90,2	77,8
1938	101,2	109,1	1952	97,6	94,9	1999	102,3	113,0	2005	93,7	85,7
1939	107,7	104,7	1958	97,7	90,6						

Таблица 3

## Отношения элементов среды в годы аномально больших приростов годичных колец к данным в годы аномально малых приростов (%)

Накануне	В годы аномалий	Циркуляция атмосферы	Накануне	В годы аномалий
W – 68,6	84,0	меридиональная северная	100,0	101,0
Aa – 89,1	87,6	меридиональная южная	63,5	67,8
ГЭВ – 151	136,0	зональная	124,0	129,0
°C – 100	99,3	нарушение зональности	126,0	117,4
P мм – 101	105,0			

приростов сосны и ели, позволяющий проследить диапазон их колебаний за 24 месяца. Следует отметить, что в годы накануне дат аномальных приростов диапазон различий значительно больше, чем в годы аномалий, причём для формирования больших

приростов благоприятной является низкая активность солнца. При этом в годы с минимальным приростом более отчётливо выражена особенность внутригодного распределения чисел Вольфа, а даты максимумов в обоих случаях приходится на июль месяц.

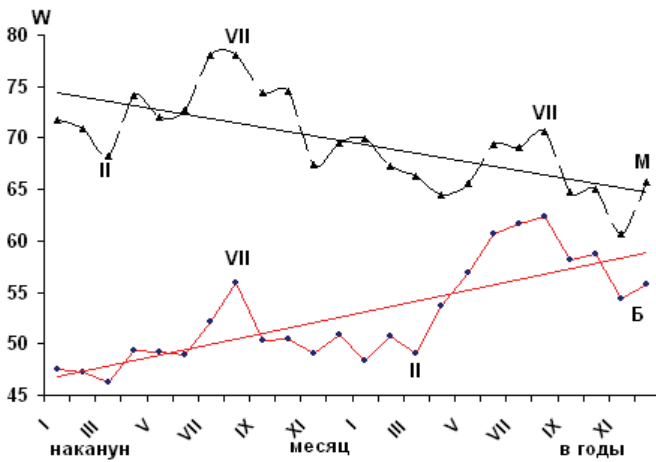


Рис. 1. Распределение чисел Вольфа накануне и в годы минимальных (М) и максимальных (Б) приростов деревьев. Коэф. корр. – 0,2.

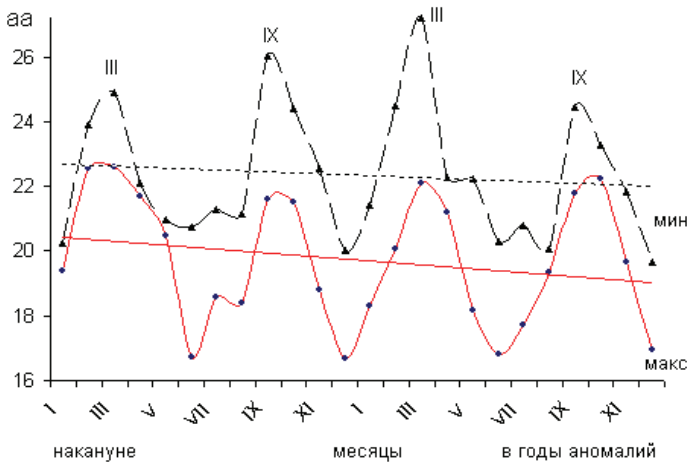


Рис. 2. Геомагнитная активность накануне и в годы максимумов (макс) и минимумов (мин) прироста деревьев. Коэф. корр. 0,78.

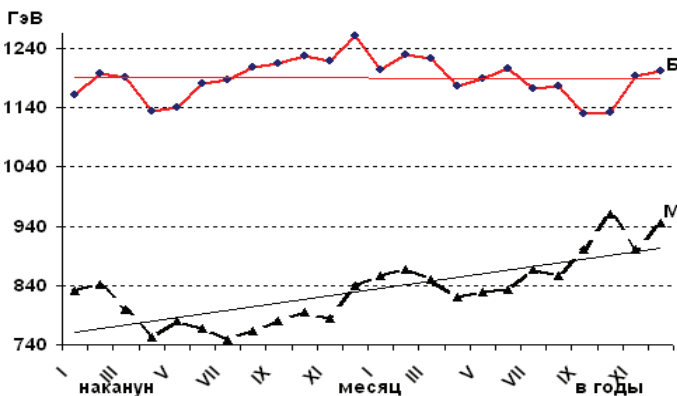


Рис. 3. Галактические космические лучи на границе атмосферы накануне и в годы больших (Б) и малых (М) приростов деревьев. Коэф. корр. – 0,2.

Изменение геомагнитной активности имеет хорошо выраженный сезонный ход, который, показывает, что большие приросты формируются при малых значениях геомагнитной активности (рис. 2).

Максимальных значений геомагнитная активность достигает в обоих случаях в марте и сентябре. Линейные тренды в распределении геомагнитной активности имеют противоположную направленность в сравнении с солнечной активностью.

Внутригодовой ход галактических космических лучей, приходящих на границу атмосферы, показан на рис. 3. Большие приросты сосны и ели формируются при высоких значениях галактических космических лучей, что имеет физическое обоснование: при высокой активности Солнца проникновение галактических космических лучей существенно сокращается.

К числу глобальных факторов также относится циркуляция атмосферы северного полушария. На рис. 4 приведены результаты анализа зональной циркуляции, дающие возможность проследить внутригодовое распределение циркуляции (дни) накануне и в годы аномалий. Накануне дат аномальных приростов повторяемость зональной циркуляции не превышает 7 дней с максимумом в июле. В годы аномально больших приростов повторяемость зональной циркуляции с января по апрель не многим меньше 20 дней, после чего наступает снижение, и минимум наблюдается в июле (10 дней), а затем до конца года идет увеличение повторяемости.

В годы минимальных приростов происходит увеличение повторяемости зональной циркуляции. В годы минимума приростов наблюдается почти зеркальная повторяемость с максимумом в июле до 5-ти дней.

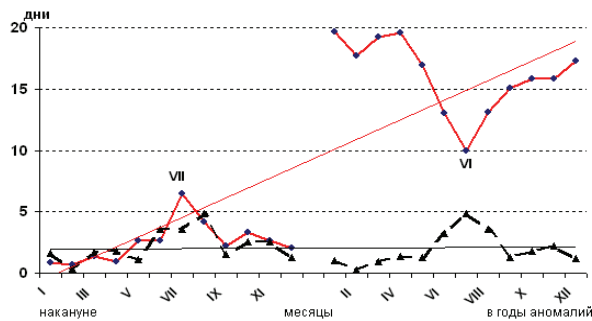


Рис. 4. Количество дней с Зональной группой циркуляции (ЭЦМ 1а – 2в) накануне и в годы Больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов деревьев.

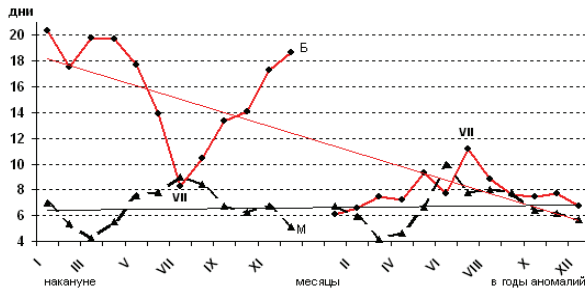


Рис. 5. Группа нарушения зональности (ЭЦМ 3–7 бл) в годы больших (Б) и малых (М) приростов деревьев.

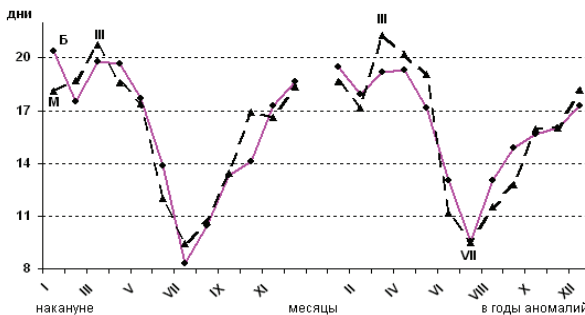


Рис. 6. Меридиональная северная группа циркуляции (ЭЦМ 8а – 12г) в годы больших (Б) и малых (М) величин прироста деревьев.

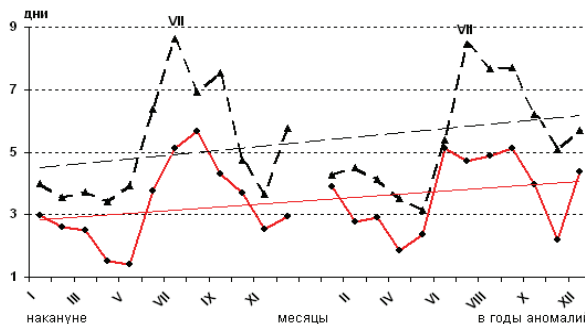


Рис. 7. Меридиональная южная группа циркуляции (ЭЦМ 13з и 13л) в годы больших (Б) и малых (М) приростов деревьев.

Анализ повторяемости группы ЭЦМ нарушения зональности (рис. 5) накануне и в годы аномальных приростов показал сходную картину распределения, но только в зеркальном изображении. Так, в годы аномалий больших приростов 4 месяца имеет место высокая повторяемость зональной циркуляции, после чего идёт резкое снижение до июля, сменяющееся увеличением её повторяемости до конца года. В то же время накануне дат с минимальным приростом происходит зеркальное изменение повторяемости зональной циркуляции только на половину с меньшими амплитудами. В годы с аномально большими приростами максимальная повторяемость зональной циркуляции выше и максимум приходится на июль, но амплитуда колебаний значительно меньше, чем накануне дат аномалий.

Группа ЭЦМ меридиональной северной циркуляции по количеству дней с её повторяемостью имеет весомый вклад, диапазон колебаний в разные месяцы от 8 до 23 дней (рис. 6). Максимальные значения меридиональной северной циркуляции наблюдаются в холодную часть года (январь–апрель), а минимальные – в июле. Следует отметить, что накануне и в годы дат аномалий значительных различий нет.

Меридиональная южная циркуляция атмосферы имеет значительно меньшую повторяемость, чем северная (рис. 7).

Как накануне, так и в годы аномалий преобладание южной группы ЭЦМ не способствует аномально большому приросту сосны и ели, что подчёркивает ход линейных трендов.

Анализ распределения температуры воздуха накануне и в годы аномалий прироста сосны и ели показал, что различия имеют минимальные значения (рис. 8).

Это даёт основание утверждать, что температура воздуха не имеет существенного значения при формировании условий прироста годичных колец деревьев.

Однако в годы с большим приростом наблюдается более высокая температура в июле–сентябре.

Анализ распределения атмосферных осадков накануне и в годы



с противоположными аномалиями прироста показал, что наибольшие различия наблюдаются в периоды относительного покоя с февраля по апрель (рис. 9).

Так, накануне меньшее количество осадков способствует большему промерзанию почвенного покрова, а в годы с аномально большим приростом наблюдается обратная картина.

В результате исследований прироста сосны и ели выявлены годы с аномально

большими и малыми величинами ширины годичных колец сосны и ели, произрастающих на островах Соловецкого архипелага. Установлено, что глобальные факторы среды (солнечная и геомагнитная активность, галактические космические лучи, циркуляция атмосферы северного полушария – кроме меридиональной северной) оказывают большее влияние на формирование прироста сосны и ели, чем региональные – атмосферные осадки и температура воздуха.

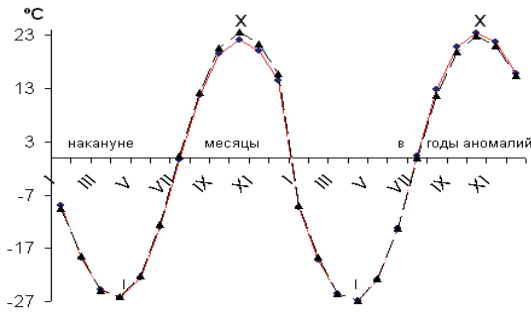


Рис. 8. Температура воздуха накануне и в годы максимума (сплошная линия) и минимума (пунктир) прироста деревьев. С нарастающим итогом.

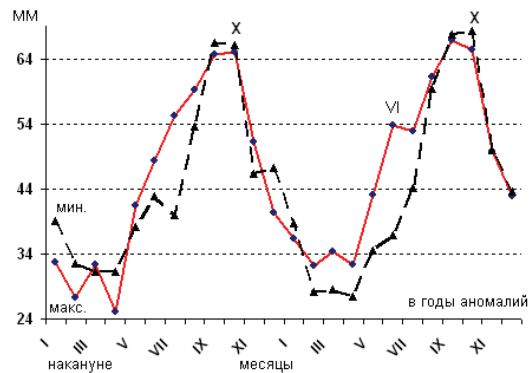


Рис. 9. Распределение осадков накануне и в годы больших (макс) и малых (мин) величин прироста деревьев.

### Список литературы:

- [1] Соболев А.Н. Лесные насаждения Соловецкого архипелага, их состояние и закономерности изменения под влиянием рекреации / Автореф. ... канд. сельскохозяйств. наук. – Архангельск, 2009. – 21 с.
- [2] Ловелиус Н.В., Соболев А.Н., Феклистов П.А. Прирост деревьев и климатические данные как элементы мониторинга природной среды Соловецких островов // Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага: Материалы IV Всероссийской научной конференции. – Архангельск, 2009. – С. 45–46.
- [3] Соболев А.Н. Основные итоги реализации программы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага в 2003–2007 гг. // Соловецкий сборник. Вып. 6. – Архангельск, 2010. – С. 65–82.
- [4] Феклистов П.А., Соболев А.Н. Лесные насаждения Соловецкого архипелага (структура, состояние, рост). – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. – 201 с.
- [5] Ловелиус Н.В., Соболев А.Н. Прирост деревьев и климат на Соловецком архипелаге // География: проблемы науки и образования. Материалы ежегодной Международной научно-практической конференции. LXIII Герценовские чтения. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 151–155.
- [6] Ловелиус Н.В., Соболев А.Н. Изменения прироста деревьев и элементов климата на Соловецком архипелаге // Общество. Среда. Развитие. – 2010, №3. – С. 257–262.
- [7] Соболев А.Н., Феклистов П.А. Структура, состояние и характер роста древостоев основных лесобразующих пород Соловецкого архипелага // Соловецкий сборник. Вып. 7. – Архангельск, 2011. – С. 76–88.
- [8] Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов северного полушария по типизации Б.Л. Дзердзеевского. – М. 2009. – 372 с.
- [9] Стажков Ю.И., Свиржевский Н.С., Базилевская Г.А., Свиржевская А.К., Квашнин А.Н., Крайнев М.Б., Махмутов В.С., Крючкова Т.И. Потoki космических лучей в максимуме кривой поглощения в атмосфере и на границе атмосферы (1957–2007). – М., 2007. – 77 с.
- [10] Daily solar indices. – Интернет-ресурс. Режим доступа: [ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR\\_DATA/SUNSPOT\\_NUMBERS/](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SUNSPOT_NUMBERS/)
- [11] UK Solar System Data Centre. – Интернет-ресурс. Режим доступа: [http://www.ukssdc.ac.uk/wdcl/wdc\\_menu.html](http://www.ukssdc.ac.uk/wdcl/wdc_menu.html)