

Р А Д И О У Г Л Е Р О Д

(Материалы Всесоюзного совещания по проблеме "Вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли и радиоуглеродное датирование", Вильнюс, 22-24 ноября 1971 года)

Т.Т. Битвинскас, И.И. Кафрайтис

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СССР

Проблема прогноза климатических изменений, основанных на изучении цикличности прироста деревьев, сводится к решению, по крайней мере, двух основных задач [1]: а) разработка прогноза максимумов и минимумов солнечной активности (солнечных пятен), б) установление связи между колебаниями климата и числами Вольфа. В последние годы было выполнено ряд научных работ по многолетнему прогнозированию солнечной активности. При этом определяют, как правило, эпохи минимумов и максимумов солнечной активности и величину активности Солнца в этих эпохах в числах Вольфа.

Установление же связей солнечной активности с приростом деревьев особенно важно в восстановлении истории солнечной активности за несколько последних тысячелетий. В свою очередь, по закономерным изменениям годичных приростов насаждений и прогнозам солнечной активности возможно определять будущие климатические условия.

Т. Битвинским [2] проведены исследования связей прироста сосновых насаждений, произрастающих в центральной части Литвы, с солнечной активностью. Для подробного изучения были использованы данные об изменениях прироста насаждений сосны в районе Каунаса. Для 400 приростных образцов, взятых возрастным буравом в соснах на свежих, влажных и болотных местопроизрастаниях, были определены годичные индексы методом скользящих двадцатилетних возрастных кривых по пятилетиям. Исследованиями были охвачены 1848-1958 годы. Этот период включает пять 22-летних циклов. По месячным данным чисел Вольфа были вычислены их значения за гидрологические годы (сентябрь-август месяцы). Полученные характеристики солнечной активности приведены в табл. I.

Основные (II-летние) солнечные ритмы имеют среднюю продолжительность II, I года. Длина циклов довольно сильно меняется от 7,3 до 17,1 года. Динамика прироста сосны на почвах нормального увлажнения (B_2) в Каунасских окрестностях за последние 155 лет тоже в среднем характеризуется периодичностью в II, I год. Изменчивость отдельных ритмов от их максимума до максимума прироста составляет 6-19 лет, а от минимума до минимального прироста - 5-24 года. На влажных местопроизрастаниях B_3-C_3 за последние 147 лет продолжительность ритмов сосны составляла в среднем 13,4 года (считая по максимумам прироста), а по минимумам - 10,3 года. Длина ритмов была от 5-ти до 18-ти лет. На болотных почвах продолжительность ритмов радиального прироста сосны за 123 года, равнялась в среднем 20,4 года, т. е. она была близка к 22-летним солнечным ритмам. Амплитуда изменчивости укладывалась в 15-31 год.

Т. Битвинскас [2] сопоставил индексы годичного прироста с числами Вольфа (рис. I). Из рисунка видно, что максимальные величины 22-летних циклов солнечной активности (с) в большинстве случаев совпадают с вторичным максимумом прироста сосны на болотных почвах (б). После максимумов солнечной активности (е) прирост сосны на болотных местопроизрастаниях падает особенно резко и достигает самых низких значений (а) в годы "спокойного Солнца".

Попытка рассмотреть связи вековой солнечной активности с изменчивостью радиального прироста сосны на болотных почвах по четным и нечетным одиннадцатилетним циклам отдельно не дала удовлетворительных результатов (условимся считать началом

Таблица I

Числа Вольфа за периоды гидрологического года (от 1-го сентября до 31 августа)

Десяти- летия	Годы десятилетия									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1740										
1750	92,0	61,6	45,2	36,6	14,7	8,0	II,5	22,6	46,4	49,5
1760	63,6	78,8	64,0	49,8	47,1	25,1	I3,3	24,4	56,6	88,4
1770	102,0	86,1	77,7	73,3	38,1	8,7	I2,4	59,0	I49,0	I36,2
1780	98,8	77,4	43,6	29,0	10,4	I6,0	57,4	I17,4	I41,2	I21,3
1790	I03,0	71,2	63,2	52,8	41,2	28,2	23,8	8,2	3,7	7,6
1800	9,6	27,4	43,4	41,0	44,4	49,3	32,8	I7,1	6,2	5,8
1810	0,5	0,5	4,4	8,3	I4,9	26,6	45,5	45,5	32,4	24,6
1820	21,2	7,8	6,3	0,09	6,1	I5,3	27,0	36,4	63,6	63,4
1830	65,0	47,5	34,8	II,5	7,7	32,2	I06,0	I47,0	I14,5	83,0
1840	73,5	45,9	24,8	16,8	I3,4	3I,0	5I,5	73,3	I3I,2	I07,9
1850	74,0	66,1	58,2	45,4	24,2	I2,3	3,7	I2,1	43,3	84,9
1860	89,6	85,0	65,0	48,9	46,3	36,5	I9,9	5,I	22,7	66,4
1870	II9,2	I27,4	97,5	84,1	5I,2	23,5	II,3	I2,5	5,8	3,7
1880	2I,4	50,1	57,7	59,2	72,0	57,2	32,9	I3,1	7,9	7,3
1890	4,5	24,5	64,8	80,8	83,7	65,2	47,9	3I,7	26,0	I8,2
1900	10,6	4,3	6,99	22,6	38,9	52,9	63,7	55,2	53,1	43,6
1910	29,5	10,9	2,87	2,48	5,36	37,3	54,2	86,1	90,6	73,9
1920	4I,1	3I,9	I7,4	5,6	I2,9	27,9	65,7	I1,4	I76,4	63,5
1930	48,I	27,5	I3,9	7,6	I4,2	34,7	99,I	I22,2	I08,3	96,5
1940	73,0	52,8	38,5	20,I	7,6	24,2	82,5	I40,2	I41,5	I33,I
1950	II0,3	68,5	4I,8	20,2	4,9	I7,8	94,5	I7I,7	202,7	I76,8
1960	I22,3	7I,5								

22-летних циклов годы максимальных значений нечетных II-летних периодов солнечной активности, тогда четные II-летние периоды попадают в центр 22-летних циклов). В рассматриваемом периоде (1848-1958 гг.) максимальные значения чисел Вольфа по четным циклам, как правило, меньше, чем по нечетным. Восемь условных участков (фаз) солнечной активности в 22-летнем цикле обозначены следующим образом:

- а) максимум солнечной активности в нечетном периоде II-летнего цикла;
- в) максимум солнечной активности в четном II-летнем периоде солнечной активности;
- с) первый минимум солнечной активности (между нечетными и четными максимумами);
- д) второй минимум солнечной активности (между четными и нечетными максимумами);
- а_с и б_д - снижающиеся части 22-летнего цикла солнечной активности;
- с_в и д_а - повышающиеся части 22-летнего цикла солнечной активности (см. рис. 2).

Во всех случаях в фазы максимальной и минимальной солнечной активности мы выделяли [2] участки по три года, с наибольшими и наименьшими величинами чисел Вольфа. "Спуски" и "подъемы" солнечной активности характеризовались данными за 2-4-7 лет, в зависимости от длины снижения или повышения ветви солнечной активности. Амплитуды прироста насаждений сосны были рассчитаны как разность наибольшего и наименьшего годичного индекса прироста в фазе, суммировались за весь 22-летний цикл, делились на число лет в цикле и в результате определялась средняя годичная изменчивость прироста сосны в индексных процентах во время 22-летних циклов солнечной активности. Полученные данные приведены в табл. 2.

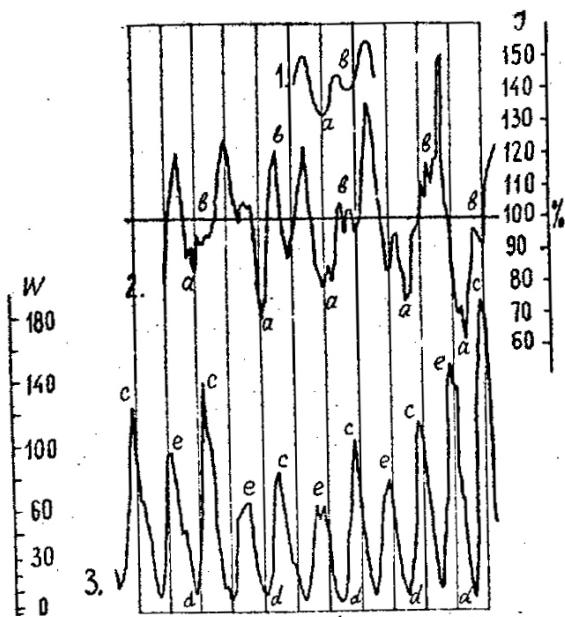


Рис.1. Ход радиального прироста древесины сосны на болотных почвах и солнечная активность: 1-ходячая 20-летнего цикла годичного прироста в сосновых насаждениях /Северо-восточная Литва/; 2-изменчивость прироста сосновых насаждений в годичных индексах /Швейцарский лесхоз Лит.ССР/; 3-изменчивость солнечной активности в числах Вольфа за гидрологический год /сентябрь-август/.

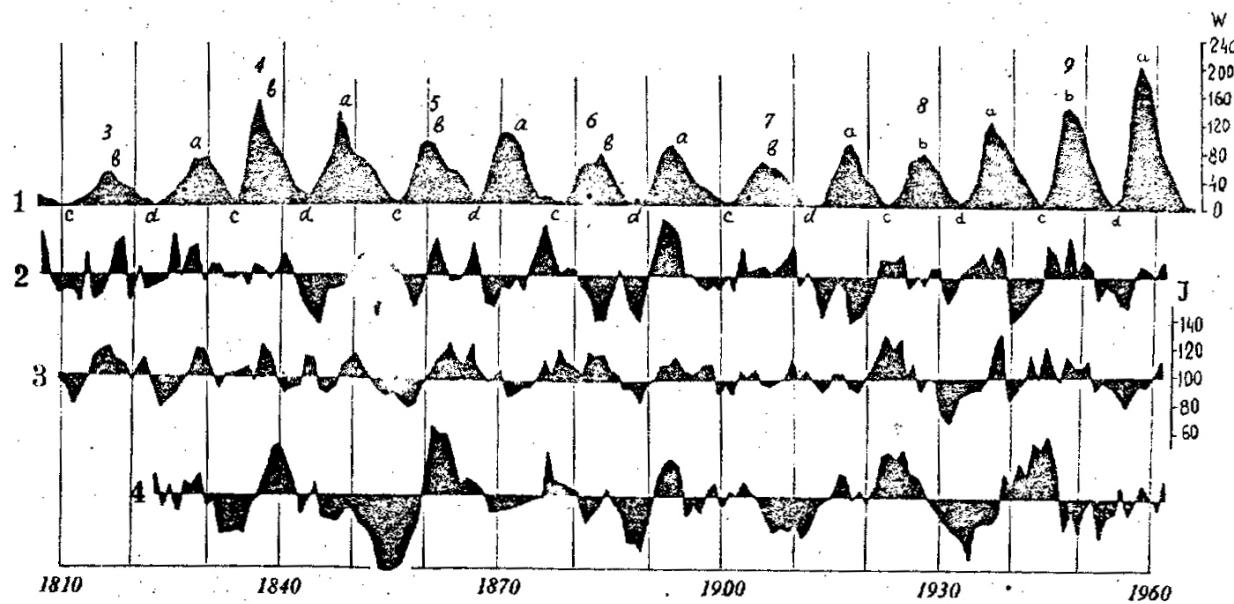


Рис.2. Ход солнечной активности /в числах Вольфа/ и прироста насаждений сосны /в годичных индексах/ в Каунасских окрестностях на смеси $B_2 - C_2$, влажных $-B_3 - C_3$ - (A) и болотных $-B_4 - C_4$ - (B) условиях место-произрастаний; верхние цифры - номера 22-летних солнечных циклов, буквы - условные обозначения фаз солнечной активности.

Таблица 2

Средние амплитуды колебаний годичных индексов прироста сосны в связи с изменением солнечной активности по 22-летним циклам (окрестности г. Каунаса)

Исследованный период годы	Число лет в периоде	Амплитуда солнечной активности в числах Вольфа	Средняя амплитуда колебаний годичных индексов прироста сосны в различных местопроизрастаниях в %			
			в свежих	во влажных	в болотных	средняя
1848-1871	23	II2	8,0	5,3	9,5	7,6
1871-1894	23	86	6,6	4,1	5,6	5,4
1894-1918	24	76	5,9	2,4	4,1	4,1
1918-1937	19	89	5,2	6,5	6,5	6,1
1937-1958	21	I49	II,5	7,9	9,9	9,8
В среднем	22	97	7,4	5,2	7,1	6,6

Данная таблица свидетельствует о том, что между амплитудами колебаний солнечной активности и изменчивостью радиального прироста имеется заметная связь. В табл. 3 мы приводим характеристику этих материалов в процентах. За 100 % приняты средние вековые амплитуды (см. 5-9 периоды).

Таблица 3

Средние амплитуды годичных колебаний индексов прироста сосны и солнечной активности в % от средних вековых величин (окрестности г. Каунаса)

Номер периода	Годы	Число лет в периоде	Солнечная активность в 22-летних циклах в % от среднего уровня	Средние амплитуды колебаний прироста сосны в % от столетнего уровня в различных местопроизрастаниях (A)						
				В свежих		Во влажных		В болотных		Средняя для всех условий
				A	Прогноз	A	Прогноз	A	Прогноз	A
1. 1761-1779	18	96		93		85		85		92
2. 1779-1805	25	89		84		74		86		83
3. 1805-1830	25	53		44		25		42		40
4. 1830-1848	18	104	92	101	110	95	88	104	97	101
5. 1848-1871	23	II2	108	102		134			115	
6. 1871-1894	23	86	89		79		76			82
7. 1894-1918	24	76	80		46		58			62
8. 1918-1937	19	89	70		125		92			92
9. 1937-1958	21	I49	155		152		139			I49

Оказалось, что связь между средней величиной уровня изменчивости солнечной активности в 22-летних циклах (x) и средними амплитудами индексов прироста сосны в тех же 22-летних циклах (y) хорошо аппроксимируется линейными выражениями. Эта связь представляется семейством следующих уравнений:

1) для сосновок черничных, усл. местопроизрастания B_3-C_3

$$y = 1,43x - 44,6 \quad (r = 0,81 \pm 0,14), \quad (1)$$

где r — коэффициент корреляции.

2) для сосновок брусничных, усл. местопроизрастания B_2

$$y = 1,03x - 6,7 \quad (r = 0,94 \pm 0,03); \quad (2)$$

3) для сосновок сфагновых, усл. местопроизрастания A_{4-5}

$$y = 1,26x - 34,6 \quad (r = 0,89 \pm 0,09); \quad (3)$$

4) среднее для совокупности всех сосновок

$$y = 1,15x - 49,4 \quad (r = 0,98 \pm 0,02). \quad (4)$$

В последнее время солнечная активность более или менее надежно прогнозируется на 1-2 цикла, делаются попытки прогнозировать и на несколько одиннадцатилетних циклов.

В прогнозах указываются максимальные уровни солнечной активности предполагаемых максимумов и наиболее низкие уровни солнечной активности во время предполагаемых минимумов. Средний уровень солнечной активности предлагается определять по формуле [2]:

$$A_w = \frac{a_1 + b_1 + c_1}{3} - \frac{c_1 + d_1}{2},$$

где a_1, b_1, c_1 — годовые величины чисел Вольфа наивысшей и c_1, d_1 наименьшей активности Солнца. Таким образом, от величины A_w в уравнениях (1, 2, 3, 4) в линейной зависимости находится годичная изменчивость радиального прироста в 22-летних циклах. Коэффициент величины "x" и свободный член уравнения определяют соотношение между амплитудами изменчивости солнечной активности и амплитудами радиального прироста в этих циклах. Уравнения (1-4) показали сравнительно хорошую связь (коэффициенты корреляции ($r = 0,8-0,98$) между изменчивостью солнечной активности и изменчивостью прироста в 22-летних циклах солнечной активности (22-летний цикл приходится на № 9 и 4 табл. 3). В табл. 3 также помещается реконструкция (обратный прогноз) изменчивости прироста древесины за время, предшествовавшее 1848 году по установленной линейной связи. Ошибка прогноза по четвертому 22-летнему периоду составляет 4-18 % (табл. 3).

Установленную закономерность для окрестностей Каунаса можно сформулировать так: колебания уровня солнечной активности (в числах Вольфа) и средняя амплитуда колебаний годичных индексов прироста насаждения сосны в 22-летних циклах солнечной активности находятся в тесной линейной связи. Авторами по аналогичной методике были также осреднены данные годичных индексов сосны из различных районов Литовской ССР с целью определения их связи с солнечной активностью за все девять 22-летних цикла (табл. 4). Оказалось, что и здесь имеется удовлетворительная линейная аппроксимация между колебаниями годичного прироста и солнечной активностью. Наибольшие отклонения от линейной зависимости дала изменчивость прироста в I-ом и 8-ом 22-летних циклах (коэффициент корреляции линейной связи $r = 0,81 \pm 0,05$, уравнение связи выражается формулой $y = 0,87x + 17,84$).

Таблица 4

Средние амплитуды колебаний годичных индексов прироста сосны на минеральных почвах нормального увлажнения $A_2-B_2-C_2$ (%) в связи с изменением солнечной активности по 22-летним циклам

№ 22- лет- него цик- ла	Годы	Число лет в пе- риоде	Амплитуда солнечной активности в числах Вольфа	Литовская ССР		Новгородская область	Карельская АССР	Средняя
				Окрестности г. Каунаса	Средн. по Литве			
I.	1761-1779	18	96		92		66	79
2.	1779-1805	25	89		72		75	73
3.	1805-1830	25	53		80	68	102	84
4.	1830-1848	18	104	105	110	III	93	105
5.	1848-1871	23	112	108	132	96	110	113
6.	1871-1894	23	86	89	98	82	103	94
7.	1894-1918	24	76	80	70	100	92	87
8.	1918-1937	89	70	112	112	126	134	125
9.	1937-1958	21	149	155	138	124	114	125

Имеющиеся данные позволили также проследить линейную зависимость между изменчивостью годичных колец деревьев сосны и изменчивостью солнечной активности в Новгородской области и в Карельской АССР (табл. 4), но они менее удовлетворительны, чем в предыдущем случае ($r = 0,69 \pm 0,06$ для Новгородской области; $r = 0,19 \pm 0,03$ для Карельской АССР).

Определенную прогностическую ценность имеет изменчивость радиального прироста в различных фазах солнечной активности. В табл. 5 показаны амплитуды (разности) прироста сосновых насаждений в индексных процентах в различных фазах солнечной актив-

Таблица 5

Амплитуда радиального прироста сосны (%) по типам условий местоизрастания
в различных фазах солнечной активности 1848-1958 гг.
(окрестности г. Каунаса)

Фаза солнечной активности	Свежие	Сложные	Бедотные	Среднее
a	16	14	14	15
b	17	9	15	14
c	13	14	11	13
d	27	16	21	21
a+c	31	20	22	24
c+b	14	15	34	21
b+d	20	17	22	20
d+a	16	8	17	14
Средняя по пяти циклам	19	14	19	18

ности за 1848-1958 годы (окрестности г. Каунаса).

По данным таблицы, видно, что сравнительно пониженной изменчивостью прироста отличаются участки максимумов солнечной активности *a, b*, а также участки минимумов солнечной активности *c*. Все ветви возрастающей и снижающейся солнечной активности (за исключением фазы *d+a*) отличаются сравнительно большей изменчивостью прироста. Повышенной изменчивостью отличается также фаза *d* - второй минимум солнечной активности.

Снова возникает вопрос, являются ли эти закономерности изменчивости радиального прироста характерными и для других областей Советского Союза. в табл. 6 рядом с литовскими данными изменчивости годичных колец в отдельных фазах солнечной активности сопоставляются дендрохронологические данные сосны, взятые в Новгородской

Таблица 6

Изменчивость радиального прироста насаждений в различных фазах солнечной активности

Районы и оценка по районам	Фаза солнечной активности								Средние за 22-летний цикл
	a	a+c	c	c+b	b	b+d	d	d+a	

Средняя амплитуда годичных индексов в отдельных фазах с. а., %

Каунасские окрестности, Лит. ССР	16	31	13	14	17	20	27	16	19,3
Новгородская обл.	21	29	19	25	19	26	22	27	23,5
Суоярви, Кар. АССР	17	29	19	23	19	26	20	20	21,2
Среднее	18	30	16	21	18	24	23	21	21

Средние амплитуды годичных индексов в % от средней изменчивости в 22-летних циклах

Каунасские окрестности, Лит. ССР	-17	+61	-32	-27	-12	+4	+40	-13	0
Новгородская обл.	-II	+24	-20	+6	-19	+II	-6	+15	0
Суоярви, Кар. АССР	-20	+37	-25	+8	-II	+23	-6	-6	0

Среднее -16 +40 -26 -4 -14 +13 +9 -2 0

Оценка районов по категориям прогностической ценности

Все районы	I	I	I	III	II	I	III	III
Отдельные районы	III	III	II	II	III	I	I	III

области и Карельской АССР, на свежих (нормально увлажненных) типах условий местоизрастания. Оказывается, что наибольшей амплитудой изменчивости радиального прироста сосны отличается в фазах солнечной активности *a+c* и *b+d*, наименьшей - *c* и *a*.

Такие же самые изменения наблюдаются во всех трех районах проведенных дендроклиматологических исследований. Но в некоторые фазы солнечной активности в данных районах наблюдались и особенности, характерные только одному из этих районов. Например, если в Литве обнаруживается 40% повышение изменчивости радиального прироста сосновых насаждений в фазе *d*, то есть во втором минимуме 22-летнего цикла, то в Карелии и в Новгородской области она была на 6 процентов ниже в сравнении с вековым уровнем. Авторами была сделана попытка на основании исследований во всех трех географических районах (Литва, Новгород, Карелия) определить прогностическую ценность каждой фазы солнечной активности. Первой категории отмечены фазы солнечной активности прогностически наиболее ценные (табл. 6).

В табл. 6 также показаны средние величины амплитуд радиального прироста и их отклонения в процентах от средней изменчивости в 22-летних циклах солнечной активности. Несомненную прогностическую ценность имеет и определение трендов – тенденций изменчивости ширин годичных колец к расширению или наоборот – к сужению. Эти тенденции (степень их преобладания в отдельных фазах солнечной активности) выражены процентным соотношением преобладающих тенденций к тенденциям "в меньшинстве".

Как видно по данным табл. 7, на нормально увлажненных почвах только в трех фазах солнечной активности во всех районах исследований синхронно преобладают повышенные тенденции (в фазах *a* и *b*) и один раз понижение – *a+c*. В отдельных фазах наблюдаются преобладание определенных тенденций (снижение или повышение ширины годичных колец сосны) только в некоторых районах исследований. Например, в фазе "c" в условиях Литовской ССР преобладали тенденции снижения на 17%, в Новгородской области более часты тенденции повышения (на 29%), в Карельской АССР (Суоярви) положительные тенденции уже преобладают на 226%.

Обратная картина наблюдается в фазе солнечной активности "a" – в Литве преобладают положительные тенденции изменчивости прироста из года в год (72%), в Новгородской области они определяются только 18%, в Карельской АССР тенденции уже сугубо отрицательные и их преобладание оценивается -186%.

Таблица 7

Преобладающие тенденции повышения и понижения (тренды) в радиальном приросте насаждений сосны (%) в различных районах Северо-Запада Европейской территории СССР в отдельных фазах солнечной активности

Районы	Фазы солнечной активности								Период (лет)
	<i>a</i>	<i>a+c</i>	<i>c</i>	<i>c+b</i>	<i>b</i>	<i>b+d</i>	<i>d</i>	<i>d+a</i>	
Лит. ССР Каунасские окрестности, сосники бруси- ничники	+33	-15	-17	-72	+17	+9	-80	+71	100
Швенчонельс- кий, сосняки сфагновые	+600	+72	+67	-200	-75	+20	+50	+50	100
Новгородская обл., сосняки брусиничники	+11	-20	+29	+27	-6	+25	+5	+18	180
Кар. АССР Суоярви, сосняки чернично-бруси- ничники, сосняки чернично-ки- ничники	+11	-13	+226	-56	+33	+100	-85	-185	250
Среднее	+18	-16	+79	-32	+15	+44	-53	-31	
Число случаев преобладающих тенденций и их направление	+3	-3	+2	-2	+2	+3	-2	+2	

Своебразная закономерность наблюдается в радиальном приросте сосны на болотных почвах. В Швенчионельских лесах Литовской ССР в шести фазах солнечной активности подряд (b^{1d} , d , d^{1a} , a , a^{1c} , c) преобладают тенденции повышения радиального прироста. Но зато в фазах солнечной активности c^{16} и b проявляются резкие тенденции снижения прироста, определяющие 20-22-летнюю ритмичность радиального прироста на болотных почвах Литовской ССР (рис. I).

В табл. 8 показано распределение годичных индексов в фазах солнечной активности по их величине. В первую группу отводятся все годичные индексы ниже 90 %, во вторую - от 90 до 110 %, в третью - выше 110 %. По данным этой таблицы видно, что в условиях Литовской ССР (в Каунасских окрестностях) за последнее столетие можно особенно выделить фазу солнечной активности d . Во время этой фазы во всех трех условиях местопроизрастания основные насаждения в 95 случаях из 100 отлагали узкие или средние по ширине годичные слои. В других фазах таких выразительных отклонений от средних многолетних данных незамечено хотя, в фазе b^{1d} на болотных местопроизрастаниях величины годичного прироста сосны очень близки к фазе d . Не случайно характер носит также распределение годичных индексов сосны по их величине в среднем для всех фаз солнечной активности. Из табл. 8 видно, что наибольшее количество годичных индексов сосны средней величины найдено во влажных условиях местопроизрастания - 62,7 %, когда в условиях нормального увлажнения их было 54,4 %, в болотных условиях местопроизрастания - 38 %. Из этих данных можно сделать вывод, что наиболее часто экстремальные влияния среди на годичный радиальный прирост сосны проявляются на болотных, реже - на почвах нормального увлажнения, наименее - на влажных условиях местопроизрастания. Количество годичных индексов сосны средней величины из Суоярвского района (Карелия) очень близки к проценту годичных индексов сосны, росшей в Каунасских окрестностях (54,4 %). Но в Карелии зависимость разности распределения величин годичных индексов от отдельных фаз солнечной активности еще менее выразительна. Немного большими отклонениями от средних величин отличаются совокупности годичных индексов в фазах солнечной активности c^{16} , b и b^{1d} .

Таблица 8

Распределение величины годичных индексов (%) в различных фазах солнечной активности за 1848-1958 гг. в окрестностях г. Каунаса и за 1749-1908 гг. в районе Суоярви

Фазы солнечной активности	Условия местопроизрастания и распределение годичных индексов											
	Окрестности г. Каунаса									Суоярви		
	Болотные			Влажные			Нормального увлажнения			Нормального увлажнения		
	<90	90-110	>110	<90	90-110	>110	<90	90-110	>110	<90	90-110	>110
t	16	56	28	17	67	16	11	67	22	25,4	56,0	18,7
a^{1c}	28	50	22	16	78	6	33	47	20	21,4	56,4	22,0
c	20	33	47	20	60	20	6	67	27	22,0	54,0	24,0
c^{16}	29	14	57	13	67	20	13	47	40	32,0	56,0	12,0
b	40	27	33	20	33	47	20	60	20	30,6	51,0	18,1
b^{1d}	50	38	12	6	75	19	21	65	14	19,4	48,0	35,5
d	60	40	-	40	53	7	40	53	7	21,2	52,4	26,5
d^{1a}	31	46	23	31	69	-	38	31	31	27,1	57,7	15,3
Среднее	34,2	38,0	27,8	20,4	62,7	16,9	22,7	54,4	22,9	24,9	54,0	21,1

Подведем некоторые итоги наших исследований:

I. Зависимость между средними амплитудами солнечной активности и средними амплитудами изменчивости радиального прироста сосны в 22-летних циклах солнечной активности в условиях Литвы хорошо описывается линейным законом и удовлетворительно для северных широт.

Представляет большой интерес дальнейшие исследования этой связи в более южных и восточных районах от Литовской ССР. Эту связь можно надежно проследить только на массовых дендроклиматологических материалах.

2. Амплитуды изменчивости годичного прироста сосны в некоторых фазах солнечной активности также имеют довольно высокую прогностическую ценность во всех трех исследованиях районах - в Литовской ССР, в Новгородской области и в Карелии.

Также во всех 8-ми фазах солнечной активности 22-летнего цикла были прослежены тренды. Это позволит, возможно, при дальнейшем накоплении дендрохронологического материала восстановить цикличность солнечной активности за то время, когда наблюдение за солнечною активностью не велось.

При надежных прогнозах на 1-2 22-летние цикла солнечной активности, установленные закономерности могут стать основой для количественного определения вероятности воздействия природных (климатических) факторов на изменчивость радиального прироста "насаждений" в отдельных фазах и в отдельных циклах солнечной активности для отдельных территориальных районов.

Литература

1. Е.Ю. Геллер. Проблемы физической географии. Т. 13, М.-Л., 1948, стр. 46-57.
2. Т. Bitvinskas. "Mūsų gamta", Nr. 3, p. 41-42, 1964; Т. Bitvinskas. "Mūsų girios" N 9(158), 12, 1961; Т. Bitvinskas. "Mūsų gamta", п 3, 41, 1964; Т.Т. Битвинскас. Доклады ТСХА, вып. 103, 385, 1965; Т.Т. Битвинскас. Динамика прироста сосновых насаждений Литовской ССР и возможности его прогноза. Дисс. на соиск. уч. ч. к. с/х наук, М., ТСХА, 1965; Т. Bitvinskas. "Mūsų gamta", N 8, 14, 1966; Т. Bitvinskas. "Mūsų gamta", N 1, 12, 1967; Т. Битвинскас. Всесоюзная конференция по научным итогам ИГСС, Тезисы докладов, М., 1967; Т. Битвинскас. Материалы всесоюзного совещания-научно-конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии (7-8 июня 1968 г.), Вильнюс, 3, 1968.