

ИНСТИТУТ БОТАНИКИ АН ЛИТОВСКОЙ ССР  
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН СССР ИМ. КОМАРОВА  
КОМИССИЯ ПО ДЕНДРОКЛИМАТОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ АН СССР  
при научном совете "Биологические основы рационального использования,  
преобразования и охраны растительного мира"

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЕНДРОХРОНОЛОГИИ  
(Материалы к симпозиуму XII-того международного ботанического конгресса.  
Ленинград, июль, 1975)

Вильнюс - Ленинград, 1975

Ответственный редактор  
канд. с/х н. Битвинскас Теодорас Теодорович

ДЕНДРОКЛИМАТОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
ИНСТИТУТА БОТАНИКИ АКАДЕМИИ НАУК ЛИТОВСКОЙ ССР

LITHUANIAN SSR Ac. Sci. BOTANICAL INSTITUTE.

USSR Ac. Sci. KOMAROV BOTANICAL INSTITUTE.

THE COMMISSION FOR DENDROCLIMATOLOGICAL INVESTIGATIONS Ac. Sci. USSR  
Scientific Council for the problem "Biological principles of rational  
utilization remaking and protection of the vegetable world"

BIOECOLOGICAL FUNDAMENTALS OF DENDROCHRONOLOGY

(Symposium Materials of XII-international Botanical Congress.

Leningrad, July, 1975)

Editor  
Cand. of agr. sc.  
Teodoras Bitvinskas

LABORATORY OF DENDROCLIMATOCHRONOLOGY  
INSTITUTE OF BOTANY  
ACADEMY OF SCIENCES OF THE LITHUANIAN S.S.R.

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЕНДРОХРОНОЛОГИИ  
(Материалы к симпозиуму XII-того международного ботанического конгресса.  
Ленинград, июль, 1975)

BIOECOLOGICAL FUNDAMENTALS OF DENDROCHRONOLOGY  
(Symposium Materials of XII-international Botanical Congress.  
Leningrad, July, 1975)

С.Г. Шиятов (S.G. Schiatov)

СВЕРХВЕКОВОЙ ЦИКЛ В КОЛЕБАНИЯХ ИНДЕКСОВ ПРИРОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ (*LARIX SIBIRICA*)  
НА ПОЛЯРНОЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА

THE LONG-TERM CYCLE OF GROWTH INDICES OF *LARIX SIBIRICA* AT THE NORTHERN  
TIMBER LINE

Сверхдолгосрочное прогнозирование различных природных процессов основывается, в основном, на выявлении и изучении длительных циклов. Однако, как справедливо отмечал еще М.С. Эйгенсон (1963), "если внутривековые циклы, т. е. циклы длительностью менее одного столетия в настоящее время изучены более или менее удовлетворительно, то подлинно научное исследование многовековых циклов еще только начинается".

Основной причиной слабой изученности многовековых циклов является отсутствие достаточного количества длительных и однородных рядов наблюдений. Получение таких рядов — важнейшая задача сегодняшнего дня.

Для выявления и изучения параметров длительных циклов исключительный интерес представляют дендрохронологические ряды, которые могут быть получены практически для любого района в пределах зон умеренного и холодного климата и охватывать промежутки времени за сотни и даже тысячи лет. Существенными достоинствами дендрохронологических рядов являются также их однородность и большая информативность.

В последнее время мы получили три длительных дендрохронологических ряда по разным видам древесных растений, произрастающих вблизи полярной границы леса в низовье р. Таз. Они были построены путем соединения кольцевых хронологий современной и древней древесины. Последняя была извлечена при проведении археологических раскопок на территории средневекового города Мангазеи (Белов, 1970). Длина ряда по кедру (*Pinus sibirica*) составила 697 лет (с 1273 по 1969 гг.), ряда по ели (*Picea obovata*) — 725 лет (с 1245 по 1969 гг.)<sup>1)</sup>, а ряда по лиственнице (*Larix sibirica*) — 867 лет (с 1103 по 1969 гг.).

Располагая столь длинными рядами, обеспеченными значительным количеством модельных деревьев, мы предприняли попытку выявить в них наличие сверхвековых циклов. Анализ цикличности производили при помощи скользящего осреднения. Оказалось, что в колебаниях индексов прироста хорошо прослеживается лишь вековой цикл, средняя длина которого у всех трех рядов колебалась между 58–62 годами (Шиятов, 1972, 1973). Что касается сверхвековых циклов, то что-либо определенного обнаружить не удалось.

<sup>1)</sup>Ряды по ели и кедру опубликованы (Шиятов, 1972, 1973), а ряд по лиственнице находится в печати.

Результаты этого анализа для нас оказались несколько неожиданными, так как сверхвековые циклы прослеживались даже при глазомерном изучении графиков хода роста у наиболее старых моделей. Это навело нас на мысль, а не является ли причиной исчезновения длительных циклов то обстоятельство, что для построения обобщенных рядов использовались не только старые модели, но и модели, содержащие небольшое количество годичных колец (до 80–150 шт.)?

Для проверки этого предположения мы решили построить новые ряды, основанные на использовании наиболее старых моделей. В частности, такой ряд был получен по лиственнице, так как по ней имелось достаточное количество таких моделей. Характеристика отобранных моделей для построения нового обобщенного ряда по лиственнице приведена в табл. I. Всего было взято 30 моделей, из них 15 шт. – с живых деревьев и 15 шт. – с археологических бревен. Отдельные модели включали от 235 до 537 годичных колец.

Таблица I

Характеристика модельных деревьев лиственницы сибирской, использованных для построения дендрохронологического ряда

Ж и в ы е д е р е в ь я				Бревна с археологических построек			
№ модели	Д а т ы		Кол-во годичных колец, шт.	№ модели	Д а т ы		К-во годичных колец, шт.
	Внутреннего кольца	Внешнего кольца			Внутреннего кольца	Внешнего кольца	
I	I625	I968	344	I2	II03	I639	537
I23	I633	I968	336	I93	I226	I6I4	389
I28	I636	I969	334	II3	I306	I6I4	309
4	I637	I968	332	83	I3I6	I6I8	303
49	I668	I969	302	79	I3I7	I6I6	300
I53	I682	I969	288	I07	I336	I632	297
9	I683	I969	287	77	I325	I6I9	295
I63	I683	I968	286	76	I328	I6I7	290
I26	I684	I969	286	I34	I344	I6I9	276
I24	I684	I968	285	87	I330	I600	27I
I62	I685	I968	284	I6	I399	I665	267
2	I7I5	I968	254	95	I355	I62I	267
II	I725	I969	245	I5	I36I	I624	264
I2	I727	I969	243	I85	I34I	I600	260
86	I735	I969	235	78	I36I	I6I6	256

Индексы прироста рассчитывались графическим способом при помощи кривых минимального и максимального приростов (Шятов, 1972). Отдельные отрезки обобщенного ряда оказались основанными на различном количестве моделей (табл. 2). Две третьих протяженности ряда обеспечены достаточным количеством моделей (8–15 шт.). Наиболее древний отрезок ряда (с II03 по I225 гг.) представлен одной моделью. Влияние неоднородности ряда, вызванной различиями в количестве использованных моделей в пределах отдельных временных интервалов, было устранено путем определения и внесения соответствующих поправок. В табл. 3 приведены усредненные и исправленные значения индексов прироста лиственницы, полученные на основе использования 30 шт. наиболее старых моделей.

Сглаживание полученного ряда при помощи 30- и 50-летней скользящей показало, что в колебаниях индексов прироста лиственницы имеется сверхвековой цикл. На рис. I точками обозначены значения 50-летней средней скользящей с шагом в 10 лет,

Таблица 2

Обеспеченность модельными деревьями отдельных отрезков обобщенного ряда  
по лиственнице сибирской

Кол-во моделей, шт.	Временные интервалы, гг.	В с е г о	
		Лет	%
1	1103-1225	123	14
2	1226-1305	80	8
3	1306-1315, 1633-1635	13	2
4	1316, 1622-1632, 1636, 1640-1665	41	5
5	1317-1324, 1620-1621, 1637-1639, 1668-1681	27	3
6	1325-1327, 1682	4	-
7	1328-1329, 1619	3	-
8	1330-1335, 1618, 1683, 1969	9	1
9	1336-1340, 1617	6	1
10	1341-1343, 1684	4	-
11	1344-1354, 1615-1616, 1685-1714	43	5
12	1355-1361, 1715-1724	17	2
13	1601-1614, 1725-1726	16	2
14	1362-1398, 1727-1734, 1873-1887	60	7
15	1399-1600, 1735-1872, 1888-1968	421	49
I-15	1103-1969	867	100

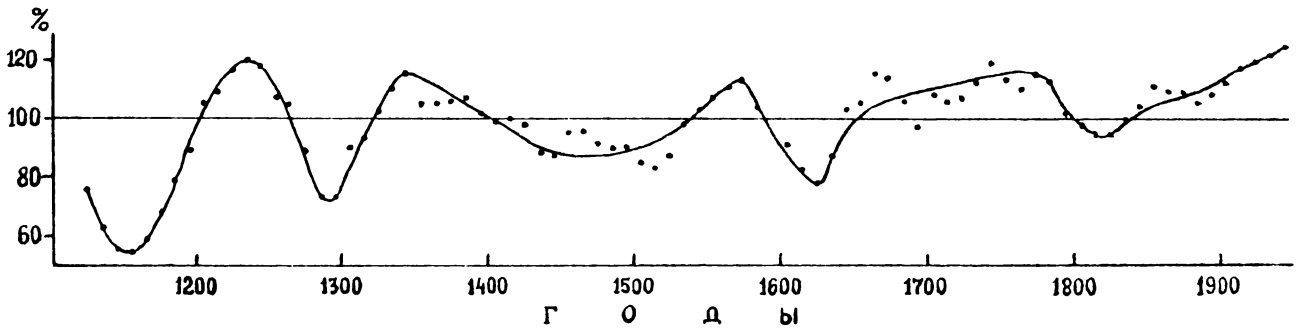


Рис. 1. Двойной вековой цикл в колебаниях индексов прироста лиственницы сибирской. Точками отмечены значения 50-летней средней скользящей с шагом в 10 лет

которые затем были выравнены вручную (сплошная линия) для устранения мелких флуктуаций.

Как видно из рис. 1, сверхвековой цикл регулярно повторялся в течение последних 850 лет. За этот промежуток времени наблюдалось пять минимумов и пять максимумов этого цикла. Другими словами, завершилось четыре полных цикла и в настоящее время достиг своего максимума пятый по счету цикл. Наиболее глубокие минимумы были в 1150-1160, 1290-1300 и 1620-1630 гг. Глубокий минимум 1150-1160 гг. видимо, частично обусловлен слабой обеспеченностью этого отрезка ряда модельными деревьями. Минимумы 1440-1450 и 1820-1830 гг. были высокими. Максимумы сверхвекового цикла наблюдались в 1245-1255, 1340-1350, 1565-1575, 1745-1755 и 1950-

Таблица 3

Индексы ширины годичных колец лиственницы сибирской  
(Мангазея, 30 наиболее старых деревьев, 1103-1969 гг., 867 лет)

Годы	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9
1960	I2I	I35	II6	I45	I30	I47	76	I45	II8	I33
1950	II4	50	97	II6	I09	I47	I57	I52	I49	I76
1940	I09	78	I40	II4	I66	I90	I64	88	I66	52
1930	I73	I07	II6	99	59	I02	I07	88	I04	II4
1920	II8	I52	I26	I57	III	I2I	I59	99	I7I	I59
1910	I49	I6I	I23	I23	90	I47	50	88	I28	83
1900	I40	78	I28	99	I04	I26	I02	47	I38	I7I
1890	I04	85	I04	I07	I59	90	I23	I28	I57	76
1880	I52	97	59	92	62	28	97	92	88	52
1870	I28	74	II4	99	90	II4	99	I30	I7I	I59
1860	II4	I59	8I	I45	88	III	II4	28	I26	40
1850	I35	II8	I42	I69	I28	I04	I47	I26	I35	I30
1840	II8	74	I23	55	I28	I45	I35	I07	I23	I2I
1830	85	92	97	43	64	99	69	I04	II8	II4
1820	55	69	I02	88	69	45	78	I2I	57	I47
1810	I33	I2I	76	I02	III	74	52	I02	45	26
1800	66	I02	8I	85	85	I52	I33	83	I23	88
I790	I35	I30	I07	I54	I35	I09	I35	88	I07	I09
I780	92	I09	I40	45	I42	II8	92	I07	62	95
I770	90	II8	64	78	69	I54	97	I23	I30	I04
I760	90	I64	I47	I23	I28	I40	I7I	I85	I09	I52
I750	90	83	69	I2I	I35	I40	I26	I42	I07	88
I740	I54	I28	40	II4	I2I	57	7I	I09	99	8I
I730	I26	I38	78	I28	95	I40	II6	II8	85	II8
I720	I09	I54	I45	I52	I49	I40	99	I28	II4	I45
I710	II6	I04	I23	I09	74	99	III	I2I	85	II8
I700	66	64	47	57	57	62	I04	I42	II4	I40
I690	I2I	88	64	I33	74	I64	76	62	95	28
I680	I28	85	90	I07	I23	I35	I23	I83	I54	I02
I670	83	I2I	97	64	88	69	64	62	8I	57
I660	I57	I42	I26	I57	I7I	I2I	I54	I85	I7I	I54
I650	90	50	I2I	I30	I09	43	22I	I02	I64	I95
I640	I57	99	74	8I	40	95	I2I	78	I73	62
I630	64	26	36	52	26	83	85	II4	I09	I28
I620	I23	64	40	62	7I	7I	69	7I	55	76
I610	88	69	78	76	74	8I	62	26	69	90
I600	I33	90	I02	97	57	8I	69	78	40	55
I590	I42	8I	I02	69	I2I	I38	II8	II6	I35	I57
I580	I38	59	99	I38	I45	I45	I7I	I49	90	3I
I570	I33	I30	I28	I09	7I	95	26	II4	78	76
I560	83	97	I2I	I09	I35	I57	I38	II6	83	66
I550	8I	I04	I40	I52	I49	II4	III	II8	I38	I09
I540	I64	I26	I26	78	III	I30	88	76	95	I07
I530	69	66	64	7I	85	62	I07	I28	I45	I59
I520	I02	85	I04	69	52	64	74	90	74	59
I510	92	64	66	92	92	8I	8I	97	78	I09



Продолжение таблицы 3

Годы	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9
I500	59	47	55	78	95	66	I02	78	52	38
I490	I02	85	83	52	40	85	92	85	92	78
I480	I49	95	I2I	II4	I02	62	I26	90	92	95
I470	69	II4	III	I30	I28	83	I45	I38	I40	88
I460	57	52	97	97	I04	II8	97	8I	47	I04
I450	99	95	92	76	78	55	55	74	66	62
I440	99	66	92	I38	I09	I23	II6	II8	38	I09
I430	85	I26	I28	40	I45	7I	90	I26	78	90
I420	I02	99	8I	57	38	50	64	78	74	90
I4I0	I49	I04	3I	I2I	62	92	90	74	92	I07
I400	I59	I28	II6	I42	92	8I	I33	I40	I2I	I40
I390	II6	II4	47	7I	II4	I02	97	I45	I49	I38
I380	I09	74	I04	50	I28	II6	90	74	III	II6
I370	II6	90	74	I07	55	66	7I	55	83	97
I360	I02	I38	I47	III	I45	I09	66	I49	99	I38
I350	76	I28	97	I28	I02	I52	97	I52	I45	II8
I340	II8	I40	I33	I2I	I30	I02	85	I4	I26	II4
I330	64	78	I02	7I	I04	I35	57	I07	90	I64
I320	I07	I57	I09	I35	I38	I45	I54	I42	II4	I04
I3I0	90	76	85	III	I2I	95	74	II8	II6	7I
I300	50	74	64	78	8I	78	92	90	83	I02
I290	85	45	88	50	47	59	62	57	7I	57
I280	95	92	92	8I	85	83	69	83	88	7I
I270	76	62	8I	I02	83	8I	74	8I	97	88
I260	78	83	99	97	99	90	90	II6	II4	III
I250	I33	II6	I2I	I40	I30	I38	I33	I33	97	62
I240	I57	II8	I42	I33	I40	I28	I52	I47	I38	I35
I230	I42	74	92	69	78	8I	88	II4	III	I26
I220	I23	I35	I64	II4	I26	I30	I30	I23	I57	I73
I2I0	83	83	78	69	90	I04	I23	I26	I52	I33
I200	97	I09	III	II4	I2I	95	II6	I09	I04	90
II90	85	8I	85	83	74	I04	II8	I35	I2I	I26
II80	55	64	64	64	69	85	88	76	83	90
II70	57	62	59	57	57	57	64	64	66	74
II60	50	55	50	50	52	52	52	50	52	55
II50	55	55	55	50	55	50	50	50	50	50
II40	66	66	59	57	57	52	52	50	50	55
II30	52	55	57	52	55	50	57	55	57	64
II20	85	7I	7I	66	62	66	64	64	59	52
III0	85	92	90	92	76	69	76	88	I07	85
II00	-	-	-	I42	I49	I69	I35	I57	I23	8I

-1960 гг. Колебания значений максимумов у отдельных циклов были менее значительными (от II3 до I24%) по сравнению с колебаниями значений минимумов (от 55 до 94%). Наиболее высокий максимум наблюдался у текущего цикла (в I950-I960 гг.), а самый низкий максимум - у третьего по счету цикла (в I565-I575 гг.). В настоящее время уже началась нисходящая ветвь текущего сверхвекового цикла. На графике она не показана из-за укорачивания сглаженной кривой, которое происходит при исполь-

зовании скользящей средней. По минимумам длина этого цикла колебалась от 140 до 200 лет, а в среднем составила 167 лет. Амплитуда цикла колебалась в среднем от 77 до 118%, т. е. равнялась 42%.

Выделенный цикл по длине относится к так называемому полному сверхвековому или двойному вековому циклу, который неоднократно обнаруживался в колебаниях различных природных явлений. Особенно большое количество работ посвящено обнаружению этого цикла в показателях солнечной активности (Эйгенсон, 1963; Суслов, 1963; Предтеченский, 1948). Некоторые авторы считают его основным циклом солнечной активности (Сазонов, 1973). Существование двойного векового цикла было также обнаружено в колебаниях климата (Суслов, 1963), режима ледников (Закиев, 1965), а также в ленточных глинах и иловых отложениях озер (Шостакович, 1934). Длина этого цикла у разных авторов неодинакова и колеблется от 160 до 189 лет.

Таким образом, анализ колебаний индексов прироста лиственничного ряда, полученного на основе использования лишь наиболее старых моделей (от 235 до 537 годичных колец), позволил выявить двойной вековой цикл. Этого не удалось сделать в том случае, когда в обобщенный ряд были включены и модели, содержащие небольшое количество колец. У коротких кольцевых серий долговременные тренды в колебаниях индексов прироста обычно отсутствуют или выражены слабо. На наш взгляд, это связано как с незначительной протяженностью исходных кольцевых серий, так и с проведением операций по вычислению средних норм и индексов прироста. Включение маловозрастных моделей в обобщенный ряд и приводит к "смятию" длительных циклов. Из этого вытекает важный методический вывод, а именно: для выявления того или другого цикла необходимо использовать только такие модели, возраст которых превышал бы по крайней мере в два раза протяженность предполагаемого цикла.

Приведенные материалы свидетельствуют в пользу реальности существования двойного векового цикла. Поскольку индексы прироста деревьев на полярной границе леса отображают, в основном, термический режим вегетационного периода, то этот цикл свидетельствует о существовании долговременных колебаний климата в этом районе, а также о соответствующих колебаниях режима некоторых природных процессов, тесно связанных с климатом (вечная мерзлота, ледовитость рек и северных морей, смещение полярной границы леса и др.). Регулярное повторение этого цикла в течение последних 850 лет дает основание для его использования при составлении сверхдолгосрочных прогнозов хода природных процессов. В частности, начавшееся в последние годы снижение прироста деревьев свидетельствует о том, что очередной максимум двойного векового цикла прошел и начался долговременный период похолодания климата в этом районе. Минимум этого цикла должен наступить в конце XX - начале XXI вв.

#### Литература

1. М.И. Белов. Раскопки "златокипящей" Мангазеи. Публ. лекции, прочит. в лектории им. Ю.М. Шокальского, вып. 14, Географ. об-во СССР, Л., 1970.
2. Х.Я. Закиев. Солнечная активность, циркуляция атмосферы и колебания режима современных ледников Большого Кавказа. Геофизич. бюл. Междувед. геофиз. комитета при Президиуме АН СССР, № 16, 1965.
3. П.П. Предтеченский. Цикличность в колебаниях солнечной дечтельности. Труды ГГО, вып. 8(70), 1948.
4. Б.И. Сазонов. К сверхдолгосрочному прогнозу солнечной активности. Труды ГГО, вып. 299, 1973.
5. Л.В. Суслов. Двойные вековые циклы солнечной активности и их геофизические

- проявления. Труды Казахского н.-и. гидрометеорол. ин-та, вып. 19, 1963.
6. С.Г. Шиятов. Дендрохронологическое изучение ели сибирской в низовье реки Таза. Сб.: "Дендроклиматохронология и радиоуглерод", Каунас, 1972.
  7. С.Г. Шиятов. Дендрохронологическая шкала кедра сибирского на северной границе его произрастания в долине р. Таз. Лесоведение, № 4, 1973.
  8. В.Б. Шостокович. Иловые отложения озер и периодические колебания в явлениях природы. Записки ГТИ, т. 13, 1934.
  9. М.С. Эйгенсон. Солнце, погода и климат. Гидрометеоздат, Л., 1963.