

СТРУКТУРА
И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ
БИОГЕОЦЕНОЗОВ
ПРИБСКОГО
СЕВЕРА

УДК 577.4+581.5+591.5

Структура и функционирование биогеоценозов Приобского Севера: [Сб. статей]. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.— 122 с.

Материалы данного сборника освещают особенности функционирования биогеоценозов Приобского Севера в условиях пока еще слабых антропогенных воздействий, интенсивность которых будет резко возрастать в связи с быстрым формированием территориально-производственного комплекса. Описаны структура и продукционные процессы растительного покрова в целом и отдельных групп растений и характерные черты почвообразования. Рассмотрена динамика структуры и продукционные процессы различных групп наземных и водных животных, их роль в функционировании биогеоценозов.

Сборник адресован экологам, занимающимся проблемами охраны окружающей среды.

Ответственные редакторы
П. Л. Горчаковский, Н. Н. Данилов

©УНЦ АН СССР, 1981

С $\frac{21008-1088}{055(02)7}$ 18—1981

С. Г. ШИЯТОВ

**КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ
РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИБСКОМ СЕВЕРЕ**

Климатические условия оказывают большое влияние на величину годичного прироста древесных растений, произрастающих на полярной границе леса. Лимитирующим фактором здесь является недостаток тепла в течение вегетационного периода. Об этом свидетельствуют высокие значения коэффициента корреляции ($r=0,6-0,8$) между индексами прироста деревьев и такими характеристиками термического режима, как температура июля, температура летних месяцев, сумма активных температур и т. д. (Erlandsson, 1936; Giddings, 1941; Hustich, 1945; Mikola, 1962; Полозова, Шиятов, 1975). Влияние температуры воздуха на прирост древесины особенно значительно на Приобском Севере, поскольку для этого района характерна сильная изменчивость температуры. Так, в районе г. Салехарда за последние 80—85 лет эти колебания были очень велики (Рубинштейн, Полозова, 1966).

Колебания термического режима оказывают большое влияние не только на прирост древесных растений, но на рост и развитие других жизненных форм растений, а также на животный мир. Кроме того, термический режим во многом определяет величину сезонного протаивания почвы, ледовые условия на реках и озерах и ряд других жизненно важных природных процессов. В связи с этим становится понятной необходимость изучения закономерностей колебаний термического режима, особенно в связи с разработкой сверхдолгосрочных прогнозов развития экосистем.

Однако имеющиеся по Приобскому Северу данные инструментальных метеорологических наблюдений сравнительно кратковременны (в Салехарде с 1882 г.) и явно недостаточны для изучения долговременных циклических колебаний климата. В связи с этим большой интерес представляет реконструкция термических условий за последние несколько сотен лет на основе анализа изменчивости радиального прироста у ныне живущих старых деревьев.

Таблица 1

Краткая характеристика дендрохронологических рядов

№ ряда	Вид древесного растения	Тип условий местообитания	Колич.		Длительность ряда		Коэффициент чувствительности
			моделей	годичных колец	Годы	Лет	
37	Л	Св	8	2116	1609—1967	358	0,35
38	»	П	7	1798	1634—1966	333	0,38
39	»	Сх	7	1667	1656—1967	312	0,31
40	»	Св	14	3239	1692—1973	282	0,39
41	»	З	8	1845	1705—1966	262	0,36
37—41	»	В	44	10665	1609—1973	365	0,32
42	Е	Св	9	2236	1650—1967	318	0,22
43	»	Св	12	2401	1727—1973	247	0,30
44	»	З	4	676	1743—1965	223	0,28
42—44	»	В	25	5315	1650—1973	324	0,23
45	»	Св	5	1296	1630—1964	335	0,24
46	Л	П	12	2378	1535—1963	429	0,40
47	»	Св	9	2008	1627—1964	338	0,38
46—47	»	В	21	4386	1535—1964	430	0,36

Примечание. Принятые условные сокращения видов древесных растений: Л — лиственница сибирская, Е — ель сибирская; типов условий местообитания: П — проточно и обильно увлажненные, Св — свежие, Сх — сухие, З — заболоченные, В — все типы.

Таблица 2

Характеристика циклов в дендрохронологических рядах, выявленных при помощи скользящего осреднения

№ ряда	Цикл								
	вековой			хэловский			11-летний		
	N*	L	A	N	L	A	N	L	A
37	4	71	27,4	15	21,7	26,4	33	10,6	27,6
38	4	80	14,1	14	22,1	21,8	30	10,6	31,3
39	4	66	21,5	13	21,4	24,4	28	10,5	26,1
40	3	70	13,9	11	21,6	27,0	26	10,4	26,8
41	3	68	22,6	11	22,2	22,5	24	10,3	25,8
37—41	4	68	21,2	15	21,7	22,4	34	10,5	26,1
42	3	81	17,9	10	25,3	14,3	26	11,9	17,6
43	2	80	13,5	8	24,9	19,0	20	11,3	22,6
44	2	77	17,1	7	25,4	15,7	18	11,8	23,3
42—44	3	81	15,4	10	25,3	16,7	26	11,8	17,8
45	3	62	21,2	12	24,3	15,6	30	11,1	15,7
46	6	66	17,4	18	22,6	21,4	41	10,1	30,5
47	5	64	23,0	13	23,2	25,0	32	10,0	28,9
45—47	6	66	16,7	18	22,4	22,5	41	10,2	26,1

* N — количество полных циклов, шт.; L — средняя длительность цикла, лет; A — средняя амплитуда цикла, %.

Для проведения дендрохронологического анализа было взято два вида древесных растений — лиственница сибирская (*Larix sibirica*) и ель сибирская (*Picea obovata*), прирост которых четко реагирует на изменение термического режима. Кроме того, они имеют хорошо различимые годовичные кольца и являются самыми долгоживущими в этом районе (до 300—450 лет).

Отбор модельных деревьев и взятие с них спилов древесины производились в 1960—1973 гг. в низовьях рек Соби, Ханмея, Харбея, Лонгот-Югана, Хадыта-Яхи и Полуя. Модельные деревья брались в различных типах условий местообитания — сухих (лишайниковые редколесья), свежих (мохово-кустарниковые редколесья), проточно и обильно увлажненных (разнотравные редколесья) и заболоченных (отдельные деревья по болоту). Для построения дендрохронологических рядов было взято 95 модельных деревьев (табл. 1).

С каждой модели делался круговой спил на высоте 20—50 см от поверхности земли. Измерение ширины годовичных колец производилось по двум противоположным радиусам с точностью 0,025 мм. Затем определялась средняя ширина годовичных колец и на основе этих данных строился график для каждой модели. При помощи графиков осуществлялись относительная и абсолютная датировка годовичных колец и вычисление индексов прироста по методике, предложенной ранее (Шиятов, 1972). Всего было измерено и обработано 21662 годовичных кольца прироста.

Обобщенные дендрохронологические ряды получали путем усреднения индексов прироста по календарным годам. Для построения обобщенного ряда использовался лишь один вид древесного растения, произрастающий в одном типе условий местообитания. Поскольку образцы древесины собирались в пределах довольно обширного района (200 км длиной и 100 км шириной), то обобщенные ряды были получены отдельно для правобережья р. Оби (низовья р. Полуя — ряды 40 и 43), левобережья р. Оби (низовья рек Соби, Ханмея, Харбея и Лонгот-Югана — ряды 37, 38, 39, 41, 42, 44) и Южного Ямала (р. Хадыта-Яха — ряды 45, 46, 47). Всего было построено 11 обобщенных рядов, из них 7 по лиственнице и 4 по ели. Каждый ряд обеспечен 4—14 модельными деревьями (см. табл. 1).

В связи с тем, что обобщенные ряды, полученные для различных типов условий местообитания, оказались очень сходными (коэффициент синхронности составляет для лиственничных рядов 82—89 %, для еловых 79—80 %), то было произведено их дальнейшее усреднение. В результате этого были получены генерализированные ряды, т. е. ряды для всех типов условий местообитания. Для таких рядов была создана двойная нумерация, которая показывает, из каких обобщенных рядов был получен генерализованный ряд. Всего было построено три гене-

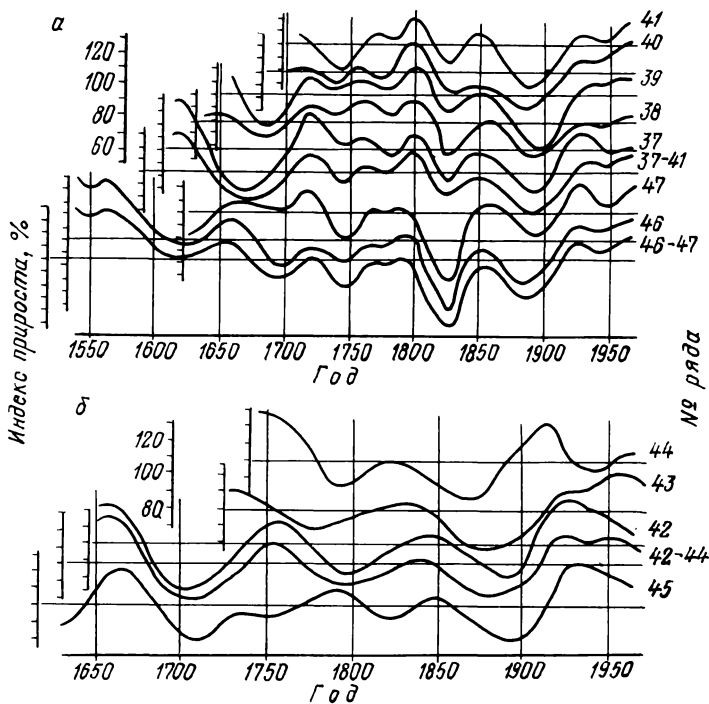


Рис. 1. Вековой цикл в колебаниях индексов прироста лиственницы сибирской (а) и ели сибирской (б).
Цифрами обозначены номера рядов.

рализованных ряда: два по лиственнице (ряд 37—41 для окрестностей Салехарда и ряд 46—47 для Южного Ямала) и один по ели (ряд 42—44 для окрестностей Салехарда). Длительность полученных обобщенных и генерализованных рядов составила 223—430 лет (см. табл. 1).

Выявление наиболее значимых циклов в дендрохронологических рядах производилось при помощи скользящего осреднения по методике, предложенной Г. Е. Коминым (1970). Поскольку нас интересовали в основном лишь наиболее длительные циклы, то разложение рядов на циклические составляющие производилось до 11-летнего цикла включительно. В связи с тем, что при использовании метода скользящего осреднения происходит уменьшение амплитуды циклов, то производилось восстановление истинной амплитуды при помощи существующей функциональной зависимости между амплитудой цикла, с одной стороны, периодом осреднения и длительностью цикла, с другой (Брукс, Карузерс, 1963).

Вековой цикл. Сглаживание индексов прироста при помощи 30-летней средней скользящей позволило выявить цикл,

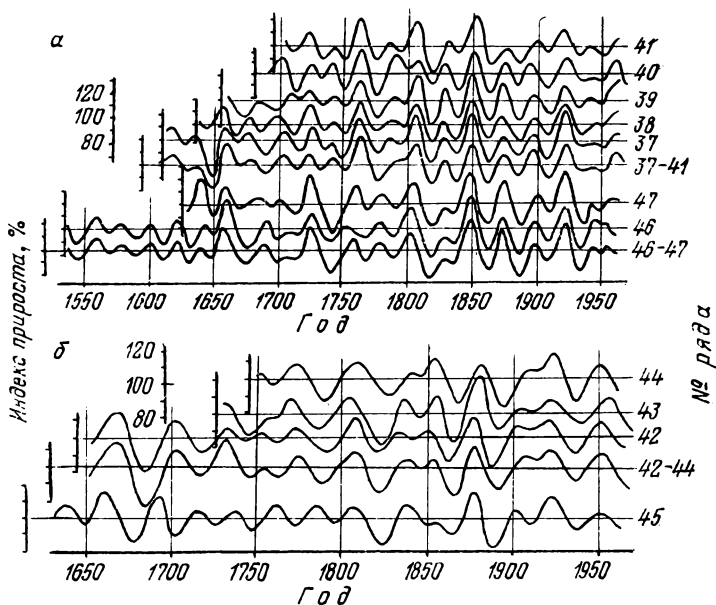


Рис. 2. Хэловский цикл в колебаниях индексов прироста лиственницы сибирской (а) и ели сибирской (б).

Цифрами обозначены номера рядов.

длительность которого равна длительности векового цикла (рис. 1). В табл. 2 приведены основные характеристики этого цикла для каждого ряда. В зависимости от длины ряда количество полных циклов, определенных по минимумам, колебалось от 2 до 6 шт. Средняя длительность цикла изменялась от 62 до 81 года. Все циклы имели один максимум. Исключение составляет цикл 1740—1820 гг. у лиственничных рядов, который имеет два максимума (состоит из двух 40-летних циклов). Амплитуда векового цикла довольно большая — от 13,5 до 27,4 % (см. табл. 2). Ошибка в определении как средней длительности, так и средней амплитуды векового цикла большая, поскольку количество его повторений в рядах невелико.

Характерна регулярность и синхронность проявления векового цикла у лиственничных рядов (см. рис. 1, а). Синхронность колебаний индексов прироста несколько нарушается лишь в пределах тех отрезков рядов, которые обеспечены небольшим количеством модельных деревьев (один-три). Несколько другую картину мы наблюдаем, когда рассматриваем ход векового цикла у еловых рядов (см. рис. 1, б). У них наблюдается некоторый сдвиг фаз векового цикла, особенно между рядом 45 (Южный Ямал) и рядами, полученными для окрестностей

Салехарда. Следует отметить, что ход векового цикла у елового ряда 45 очень сходен с ходом этого цикла у лиственничных рядов 46 и 47, полученных для того же района (Южный Ямал).

Последний минимум векового цикла наблюдался в 40-х годах текущего столетия. Минимум был высоким и слабо выраженным, особенно у еловых рядов. Самые глубокие минимумы были в начале и конце XIX в. При этом у одних рядов более глубоким был первый минимум, а у других — второй. Минимумы векового цикла наблюдались также в 1740, 1690 и 1620 гг., максимумы — в 1960, 1920, 1850, 1790, 1720, 1650 и 1560 гг. Последние два максимума векового цикла (20-е и 60-е годы текущего столетия) были наиболее высокими, в то время как максимум в середине XIX в. был одним из наиболее низких. Вообще прирост деревьев в течение почти всего XIX в. был очень незначительным.

Хэловский цикл. После исключения векового цикла из рядов было произведено сглаживание индексов прироста при помощи 15-летней средней скользящей. При этом выявлен Хэловский (или 22-летний) цикл (рис. 2). Средняя длительность этого цикла колеблется незначительно (от 21,4 до 25,4 года) и практически одинакова как у лиственничных, так и у еловых рядов (см. табл. 2). Однако Хэловский цикл у лиственничных рядов имеет значительно большую амплитуду (от 21,4 до 27,0 %), чем у еловых (от 14,3 до 19,0 %). Поскольку повторяемость Хэловского цикла у изученных рядов довольно большая (от 7 до 18 штук), то его средние характеристики были определены с большей точностью, чем характеристики векового цикла.

У лиственничных рядов Хэловский цикл проявляется очень синхронно (см. рис. 2, а). Сдвиг фаз наблюдается только у некоторых циклов, в частности, между ямальскими и салехардскими рядами. Особенно синхронны циклы, которые имеют высокие максимумы и глубокие минимумы. У еловых рядов Хэловский цикл также проявляется в целом синхронно (см. рис. 2, б). Лишь у ряда 45 (Южный Ямал) в течение XVIII в. синхронность отсутствовала.

Между лиственничными и еловыми рядами большинство максимумов и минимумов Хэловского цикла совпадают. Но имеются и несовпадения. Так, последний минимум этого цикла у лиственничных рядов был в 50-х годах текущего столетия. У еловых рядов этот минимум совсем не выражен.

11-летний цикл. Остаточный ряд индексов прироста, полученный после исключения Хэловского цикла, затем был сглажен при помощи 50-летней средней скользящей. При этом выявился 11-летний цикл, длительность которого у отдельных рядов колеблется от 10,0 до 11,9 лет (рис. 3, табл. 2). У еловых рядов длительность этого цикла получилась несколько большей (от 11,1 до 11,9), чем у лиственничных (от 10,0 до 10,6). Это

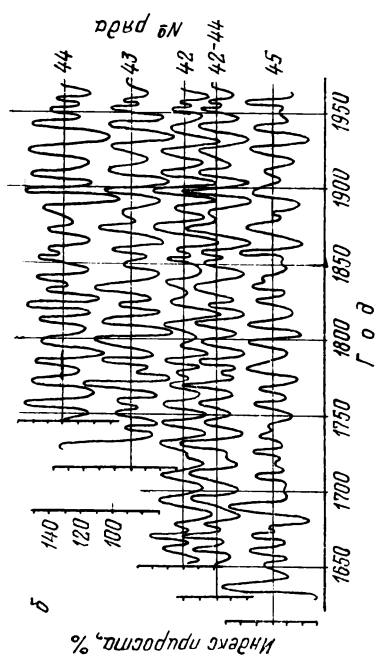
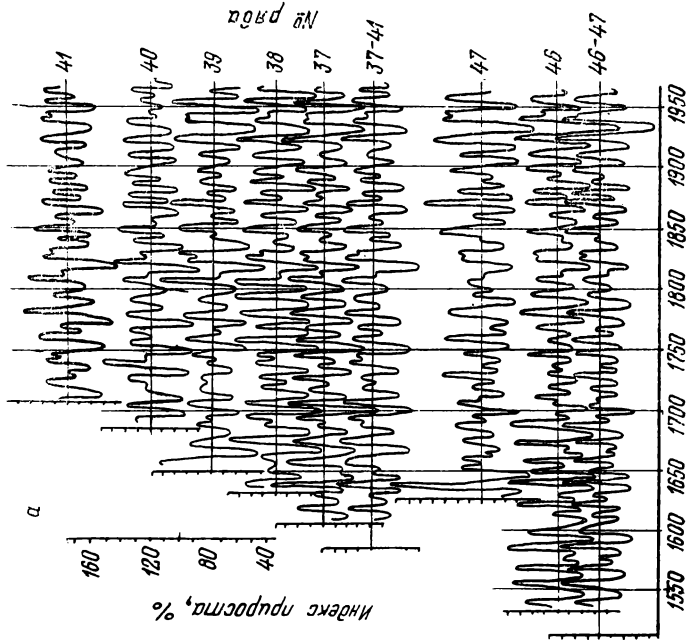


Рис. 3. 11-летний цикл в колебаниях индексов прироста
 лиственных деревьев сибирской (а) и ели сибирской (б).
 Цифрами обозначены номера рядов.

связано с тем, что некоторые максимумы и минимумы, выявленные у лиственничных рядов, не проявились у еловых рядов.

Количество полных 11-летних циклов в рядах довольно большое — от 18 до 41 шт., поэтому средние его характеристики определены с высокой степенью точности. Амплитуда этого цикла гораздо больше у лиственничных рядов (от 25,8 до 31,3 %), чем у еловых (от 15,7 до 23,3 %). В целом амплитуда 11-летнего цикла выше, чем у векового и Хэловского циклов (см. табл. 2).

Обращает на себя внимание очень высокая синхронность хода 11-летнего цикла (см. рис. 3). Все максимумы и минимумы цикла совпадают, например у лиственничных и еловых рядов, полученных для окрестностей Салехарда. Небольшие различия наблюдаются лишь при сопоставлении ямальских рядов с салехардскими, но и также лиственничных рядов с еловыми.

Выводы

1. Анализ многолетних колебаний индексов прироста лиственницы сибирской и ели сибирской на Приобском Севере показал хорошую выраженность таких циклических составляющих, какие наиболее часто выявляются при изучении динамики самых различных природных процессов (метеорологических, гидрологических, гелиогеофизических). Дендрохронологические ряды подтвердили реальность существования векового, Хэловского и 11-летнего циклов для этого района.

2. Высокая синхронность циклов в дендрохронологических рядах, полученных для разных видов древесных растений и разных типов условий местообитания, свидетельствует о том, что в этом районе на прирост древесины оказывает влияние общий лимитирующий фактор (термический режим вегетационного периода).

3. Лиственница четче реагирует на изменение термического режима, чем ель. Об этом свидетельствуют более высокие значения коэффициентов синхронности и чувствительности, а также большие величины амплитуд циклов у лиственничных рядов. На наш взгляд, это обусловлено различиями в эколого-биологических свойствах этих видов.

4. В пределах изученного района многолетние колебания индексов прироста очень сходны. Однако в отдельные промежутки времени у ямальских рядов наблюдается сдвиг фаз циклов по отношению к салехардским рядам. Это свидетельствует о том, что в отдельные периоды между этими районами проходит климатический рубеж, ранг которого является не очень высоким.

ЛИТЕРАТУРА

Брукс К., Карузерс Н. Применение статистических методов в метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 413 с.

Комин Г. Е. Цикличность в динамике прироста деревьев и древостоев сосны таежной зоны Западной Сибири.—Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол. науки, 1970, вып. 3, № 15, с. 36—44.

Полозова Л. Г., Шиятов С. Г. Влияние термического режима на радиальный прирост деревьев в различных условиях их местообитания.—Экология, 1975, № 6, с. 30—35.

Рубинштейн Е. С., Полозова Л. Г. Современное изменение климата. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 267 с.

Шиятов С. Г. Дендрохронологическое изучение ели сибирской в низовье реки Таза.—В кн.: Дендроклиматохронология и радиоуглерод. Каунас, 1972, с. 76—81.

Erlandsson S. Dendro-chronological studies. Stockholms Högskolas Geokromol. Inst., Data 23, Uppsala, 1936, 119 p.

Giddings J. L., Jr. Dendrochronology in northern Alaska. Univ. Alaska, Publ. 4, 1941. 107 p.

Hustich I. The radial growth of pine at the forest limit and its dependence on the climate.— Soc. Sci. Fennica, Commentationes Biol., 1945, vol. 9, N 11, p. 1—30.

Mikola P. Temperature and tree growth near the northern timber line.— In: Tree growth/Ed. T. T. Kozlowski. N.Y., 1962, p. 265—274.