

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕНДРОКЛИМАТОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Битвинскас Теодорас, Институт Ботаники АН
Литовской ССР

Годичные кольца деревьев являются важным средством для изучения и прогнозирования изменчивости условий роста биогеоценозов по следующим причинам:

Леса, редколесья и отдельно стоящие деревья занимают крупные площади - регионы Северного и Южного полушарий Земли, имеют важнейшее значение для человечества как создатели и охранители почв, дают биомассу используемую человеком как источника тепла и энергии, стройматериала, химико - технического сырья.

Большинство древесных видов в крайних и относительно благоприятных условиях среды формируют четко выраженные годичные слои, ширина и структурные особенности которых дают нам возможность изучать условия роста деревьев за многие десятилетия и столетия жизни.

Дополнительную информацию о динамике условий среды получаем методом поперекрестного датирования по древесине старинных зданий, археологических раскопок, законсервированных природой остатков деревьев.

Ряды годичных колец относительно хорошо во многих экологических ситуациях коррелируют с метеорологическими и климатическими элементами, являются хорошими индикаторами антропогенной деятельности.

Ширина годичных колец может служить и непосредственным индикатором продуктивности биогеоценозов, явлений, проходящих внутри растительных сообществ и даже индикатором продуктивности биогеоценозов без древесного полога, популяций животных.

Исследования последних лет показали, что кольца древесины несут обширную информацию как по структуре годичного кольца /ранняя, поздняя древесина/, элементам древесины /ширина, толщина клеток/, по изотопному составу химических элементов и другим количественным показателям рядов древесных колец.

В Советском Союзе с 50-х годов началось довольно интенсивное изучение динамики прироста деревьев, главным образом в лесоводственных и археологических целях. В итоге сделанного можно было бы назвать до 50-десяти фамилий ученых, в той или иной степени применивших дендрохронологические и дендроклиматологические методы. Защищено много кандидатских и докторских диссертаций, неплохо изучены многие районы Советского Союза, территория которого составляет 1/6 -ю суши Земли. В целом получено несколько сотен дендрохронологических шкал, которые могут быть интерпретированы в целях и задачах различных наук и практики.

Следует отметить, что в последнее время относительно хорошо изучен регион Прибалтики, горная Украина, Карелия, некоторые области Среднего и Северного пояса Европейской и Азиатской части СССР, интенсивнее стал изучаться Кавказ, хорошо изучен Уральский Хребет, некоторые районы горных цепей Средней Азии. Но в многие районы, отдаленные от пунктов сообщений и по другим объективным и необъективным причинам, еще неизучены, неудовлетворяет иногда длина построенных шкал или достоверность результатов. В настоящее время изданы три тома дендрошкал Советского Союза /1,2,3/, подготавливается четвертый.

Одна из главнейших проблем современности, имеющее важное экономическое значение, является прогнозирование экологической изменчивости среды, которое несомненно годами и иногда десятилетиями тяжело отражается на жизнь сотен миллионов людей. Дендроклиматохронология, располагающая информацией о длинных рядах продуктивности органической массы на огромных территориях Земли, по мнению многих ученых достаточно весомо участвовать в решении данной проблемы вместе с астрофизикой, климатологией, географией, математикой, лесоведением и другими науками.

Моделированием климатических процессов усиленно занимаются многие коллективы ученых как в Советском Союзе, так и зарубежом. Дендроклиматохронология, располагает в настоящее время многими многолетними рядами изменчивости годовичных слоев деревьев имеющих псевдоциклический характер, также хорошо поддающихся обработке различными математическими способами, ряды годовичных слоев во многих случаях неплохо коррелируют со многими процессами природного и антропогенного происхождения.

Поэтому также важные показатели природной среды как осадки, уровень рек и озер, температура воздуха, ветры, засухи, пересувлажнения, лесные пожары, распространение энтомо-фито вредителей, влияния рубок, удобрений, промышленных дымов и газов и многих других влияний и последствий отражаются в ширине и структуре годовичных колец.

Методика математического моделирования и прогнозирования продуктивности лесов разработана в Институте экологии растений и животных УНЦ АН СССР и проверена Лит. НИИЛХ.

В Дендрохронологической лаборатории Института Ботаники АН Литовской ССР для прогнозирования условий среды лесных насаждений использовали определенные природные репера - вернее реперные годы, к которым может быть "привязан" радиальный прирост леса. Таким репером была солнечная активность, выраженная в числах Вольфа за гидрологические годы.

Было показано (4 , 5 , 6) что в определенных районах СССР, например в Литве, существует высокая связь между средними амплитудами солнечной активности (СА) в 22-летних циклах и изменчивости радиального прироста древостоев за те же периоды. В различных фазах солнечной активности (при максимумах, нами обозначаемых "а" и "б" а также минимумах, обозначаемых "с" и "д" а также на временных участках снижения и повышения СА ("ас" "сб" "бд" "да") радиальный прирост формируется далеко не одинаково. Сила и направление трендов прироста в различных регионах меняется также различно (6 , 7).

Наши исследования основанные на предположении, что в определенных фазах СА, в определенных регионах и условиях местопроизрастания с определенной вероятностью можем

ожидать на некоторых участках времени экстремальные приросты - оптимумы и песимумы (минимумы) радиального прироста деревьев. Тем самым предугадываем и улучшение или ухудшение экологических условий того времени. Разработана ранее методика охватывала приростные явления в среднем, происходящие в отдельных фазах солнечной активности, но непоказывала закономерностей изменчивости прироста из года в год. В последние годы, (1983-1984) мы к реперной системе солнечной активности "привязывали" погодичные данные ширины годичных колец насаждений и их индексы, тем самым по существу приближаясь к методу наложенных эпох.

Методика исследований. Реперами привязки дендроклиматохронологических данных являются гидрологические годы (IX-XII месяцы предыдущего года и I-VIII месяцы настоящего года) наивысшей и низшей солнечной активности (по данным Цюрикского ряда). Для определения максимума СА берется центральный год из трех лет с наивысшими индексами чисел Вольфа (ЧВ) и для минимума - год в центре из трех наименьших значений ЧВ. Достоверные данные по числам Вольфа имеются с 1749 года, что практически составляет к настоящему времени 21 одиннадцатилетних и 11-цать 22-летних циклов. Также к реперной системе был приведен ряд СА по Шов'е. На таблице I показаны реперные годы солнечной активности по первому и второму максимумам солнечной активности ($\bar{a}$, $\bar{b}$, и минимумам - первому - $\underline{c}$ и второму $\underline{d}$).

В данной методике основа экологических прогнозов опирается на прогнозы одиннадцатилетних и двадцатилетних циклов активности Солнца. В частности, очень важное значение имеет определение времени максимумов и минимумов её активности. Известно, что прогнозы СА опираются на математическое моделирование закономерностей изменчивости во времени чисел Вольфа и один от другого прогнозы различных авторов отличаются учетом различных свойств ритмики СА. Обычно эти прогнозы охватывают только один - два одиннадцатилетних цикла.

Мы попытались метод наложенных эпох использовать также при построении обобщенных (средних) рядов СА за гидрологические годы (таблица I) для выявления отличительных свойств во времени не только в 22-летних, но также 44-летних и 88-летних циклах. Полученные таким образом средние данные СА теоретически и на деле позволяют датировать среднюю изменчивость как своеобразный эталон для методических работ (см. рис. 1,2). Датировку эту можем проводить как в перед (прогноз) так и назад (ретроспектив). Ретроспективная датировка легко проверяется с действительными данными прогноза - постоянным наблюдением за приростом - мониторингом. Составлены таблицы распределения дендроклиматохронологических данных по отношению реперов СА прошлым (таблица 2) и прогнозированию изменчивости прироста в будущем (таблица 3). При наличии достаточно длинных рядов других природных явлений - например температур воздуха, осадков, комплексных климатических показателей, землетрясений и т.п. методика наложенных эпох применима и для обработки этой информации. Реперная система солнечной активности построенная для изучения особенностей изменчивости радиального прироста древостоев в вековом аспекте показана на таблице 4.

В результате обработки данных годичных слоев строились графики изменчивости рядов годичных слоев, реперами которых, как было показано выше, были максимумы и минимумы СА за гидрологические годы. Отдельно выделялись две группы /1,2/ 22-летних циклов,

в месте составляющих 44-летний цикл /период/ и третья группа представляющая средние величины прироста деревьев за все изученные 22-летние циклы. /Смотри приложения/.

Для дендроклиматохронологического исследования использовались следующие шкалы построенных с деревьев и древостоев со следующих районов Земли:

1. СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

Дендрофиль Карпаты - Литовская ССР - Мурманская обл.

Литовская ССР $56^{\circ}27'$ - $53^{\circ}54'$ СШ - $20^{\circ}56'$ - $26^{\circ}51'$ ВД, альт. 5-150 м, сосняки, ельники, дубняки, черноольшаники (*Pinus sylvestris*, *Picea exelsa*, *Quercus robur*, *Alnus gl.*), исследования проведены в условиях различного почвенного богатства и разного почвенного увлажнения (в сухих, свежих, влажных и болотных), Литовского вяморья, центра республики, севера, востока.

В других районах Прибалтики - Латвийская и Эстонская ССР - $56^{\circ}00'$ - $59^{\circ}40'$ СШ $21^{\circ}00'$ - $28^{\circ}00'$ ВД 10 - 150 м альтитуда - сосна обыкновенная.

Новгородская обл. - $58^{\circ}00'$ - $59^{\circ}00'$ СШ - $30^{\circ}00'$ - $34^{\circ}00'$ ВД альтитуды - 50 - 250 м; сосна обыкновенная.

Средняя и Северная Карелия - $62^{\circ}00'$ - $66^{\circ}30'$ СШ - $30^{\circ}00'$ - $34^{\circ}00'$ ВД, альтитуды - 30-250 м, сосна обыкновенная.

Мурманская обл. $66^{\circ}30'$ - $69^{\circ}00'$ СШ - $30^{\circ}00'$ - $34^{\circ}00'$ ВД, альтитуда 50-1000 м, сосна обыкновенная.

Западный Кавказ $43^{\circ}00'$ СШ - $42^{\circ}00'$ ВД, альтитуда 1550 - 2000 м, Ель восточная (*Picea orientalis*).

Средняя Азия - Заилийский Алатау $43^{\circ}30'$ СШ - $76^{\circ}00'$ - $77^{\circ}00'$ ВД альтитуды - 1400 - 2800 м. Ель Шренка (*Picea Sren.*).

Забайкалье 450 - 1200 м, альтитуда, $51^{\circ}00'$ - $56^{\circ}00'$ СШ - $104^{\circ}00'$ - $110^{\circ}00'$ ВД - лиственница даурская и кедр сибирский (*Larix dahurica*, *Pinus sembra*).

Камчатка $55^{\circ}00'$ - $56^{\circ}00'$ СШ - $160^{\circ}00'$ - $162^{\circ}00'$ ВД, альтитуда 500 - 1200 м лиственница Каяндера и кедровый стланик (*Larix Kajaanderi*, *Pinus pumila*).

Башкирия $54^{\circ}00'$ СШ - $58^{\circ}00'$ ВД - 1000 - 1500 м.

Коми АССР $67^{\circ}00'$ СШ - $68^{\circ}00'$ СШ - $52^{\circ}00'$ - $54^{\circ}00'$ ВД, 50 - 200 м. Сибирская лиственница (*Larix sibirica*), ель сибирская (*Picea sibirica*).

2. МОНГОЛЬСКАЯ НР $48^{\circ}00'$ - $50^{\circ}00'$ СШ - $100^{\circ}00'$ - $112^{\circ}00'$ ВД, 500 - 1500 м, сосна обыкновенная, сибирская лиственница.

3. СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

США, Канада /западная часть континента/ Желтая сосна. $50^{\circ}45'$ - $30^{\circ}10'$ СШ - $120^{\circ}33'$ - $103^{\circ}54'$ ЗД на высотах 610 - 2135 м, кроме того, в вековом аспекте изучались следующие древесные породы: *Pinus flexilis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus edulis*, *Pinus longaeva* /*Pinus aristata*/, *Pinus Jeffrey*.

На площади $50^{\circ}45'$ СШ - $34^{\circ}03'$ СШ до $120^{\circ}33'$ - $106^{\circ}43'$ ЗД на высотах от 613 до 3111 м. (Восточная часть континента США): *Picea rubens* $44^{\circ}19'$ - $35^{\circ}36'$ СШ - $83^{\circ}26'$ - $71^{\circ}23'$ ЗД 427 - 1584 м. *Pinus echinata* $41^{\circ}44'$ - $34^{\circ}37'$ СШ - $93^{\circ}45'$ - $74^{\circ}15'$ ЗД 150 - 503 м.

Quercus alba 42°00' - 34°34'СШ - (94°15' - 83°50'ЗД 183 - 458 м.).

3. ЮЖНОЕ ПОЛУШАРИЕ

Аргентина *Australocedrus Chilensis* 42°57' - 71°26'ЗД alt. 820 м

Чили *Australocedrus Chilensis* 37°21' ЮШ - 131°30'ЗД alt. 850-100 м.

Южная Африка - Капская провинция *Widdringtonia cedarbergensis* 34°24' ЮШ - 19°13'ЗД 1330 м.

Австралия, Тасмания 42°12' ЮШ - 145°59'ЗД alt. 360 м.

Phyllocladus alternifolius 43°22' ЮШ - 143°16'ЗД alt. 450 м.

Таблица I

Реперные годы солнечной активности

№ № циклов	фазы солнечной активности			
	$\bar{a}$	$\bar{c}$	$\bar{b}$	$\bar{d}$
0			1751	1755
1	1761	1765		
2			1770	1775
3	1779	1784		
4			1788	1798
5	1804	1811		
6			1817	1823
7	1829	1834		
8			1837	1843
9	1849	1856		
10			1860	1867
11	1871	1878		
12			1884	1889
13	1894	1900		
14			1907	1913
15	1918	1923		
16			1928	1933
17	1937	1944		
18			1948	1954
19	1958	1964		
20			1969	1976
21	1980	(1987)		
22			(1991)	(1997)

Замечание: в скобках, прогнозируемые фазы.

Таблица 2

группа циклов	цикл	распределение календарных годов по отношению первого максимума солнечной активности /фазы а /													
I	I	I755	56	57	58	59	60	I76I	62	63	64	65	66	67	68
2	3	I773	74	75	76	77	78	I779	80	81	82	83	84	85	86
Ia	5	I798	99	00	01	02	03	I804	05	06	07	08	09	10	11
2a	7	I823	24	25	26	27	28	I829	30	31	32	33	34	35	36
I	9	I843	44	45	46	47	48	I849	50	51	52	53	54	55	56
2	II	I865	66	67	68	69	70	I871	72	73	74	75	76	77	78
Ia	I3	I888	89	90	91	92	93	I894	95	96	97	98	99	00	01
2a	15	I912	13	14	15	16	17	I918	19	20	21	22	23	24	25
I	I7	I931	32	33	34	35	36	I937	38	39	40	41	42	43	44
2	19	I952	53	54	55	56	57	I958	59	60	61	62	63	64	65
Ia	21	I974	75	76	77	78	79	I980	81	82	83	84	85	86	87

группа циклов	цикл	распределение годов по отношению второго максимума солнечной активности /фазы b /															
		2a	0	1745	46	47	48	49	50	1751	52	53	54	55	56	57	1758
I	2			1764	65	66	67	68	69	1770	71	72	73	74	75	76	1777
2	4			1782	83	84	85	86	87	1788	89	90	91	92	93	94	1795
Ia	6			1811	12	13	14	15	16	1817	18	19	20	21	22	23	1824
2a	8			1831	32	33	34	35	36	1837	38	39	40	41	42	43	1844
I	10			1854	55	56	57	58	59	1860	61	62	63	64	65	66	1867
2	12			1878	79	80	81	82	83	1884	85	86	87	88	89	90	1891
Ia	14			1901	02	03	04	05	06	1907	08	09	10	11	12	13	1914
2a	16			1922	23	24	25	26	27	1928	29	30	31	32	33	34	1935
I	18			1942	43	44	45	46	47	1948	49	50	51	52	53	54	1955
2	20			1963	64	65	66	67	68	1969	70	71	72	73	74	75	1976

I	1	1759	60	61	62	63	64	65	1766	67	68	69	70	71	1772
2	3	1777	78	79	80	81	82	83	1784	85	86	87	88	89	1790
1a	5	1804	05	06	07	08	09	10	1811	12	13	14	15	16	1817
2a	7	1827	28	29	30	31	32	33	1834	35	36	37	38	39	1840
I	9	1849	50	51	52	53	54	55	1856	57	58	59	60	61	1862
2	11	1871	72	73	74	75	76	77	1878	79	80	81	82	83	1884
1a	13	1894	95	96	97	98	99	00	1901	02	03	04	05	06	1907
2a	15	1916	17	18	19	20	21	22	1923	24	25	26	27	28	1929
I	17	1937	38	39	40	41	42	43	1944	45	46	47	48	49	1950
2	19	1957	58	59	60	61	62	63	1964	65	66	67	68	69	1970

$-7 \quad -6 \quad -5 \quad -4 \quad -3 \quad -2 \quad -1 \quad 0 \quad +1 \quad +2 \quad +3 \quad +4 \quad +5 \quad +6$

$\overline{a} \longleftarrow c \longrightarrow b$

группа циклов	цикл	распределение годов по отношению второго ми- нимума солнечной активности /фазы $\bar{a}$ /															
2a	0	1748	49	50	51	52	53	54	1755	56	57	58	59	60	1761		
1	2	1768	69	70	71	72	73	74	1775	76	77	78	79	80	1781		
2	4	1791	92	93	94	95	96	97	1798	99	00	01	02	03	1804		
1a	6	1816	17	18	19	20	21	22	1823	24	25	26	27	28	1829		
2a	8	1836	37	38	39	40	41	42	1843	44	45	46	47	48	1849		
1	10	1860	61	62	63	64	65	66	1867	68	69	70	71	72	1873		
2	12	1882	83	84	85	86	87	88	1889	90	91	92	93	94	1895		
1a	14	1906	07	08	09	10	11	12	1913	14	15	16	17	18	1919		
2a	16	1926	27	28	29	30	31	32	1933	34	35	36	37	38	1939		
1	18	1947	48	49	50	51	52	53	1954	55	56	57	58	59	1960		
2	20	1969	70	71	72	73	74	75	1976	77	78	79	80	81	1982		
		-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6		
																$\bar{a}$	

Расстояние годов от репера CA (0)

Таблица 3

Распределение годовых индексов сосны обыкновенной / *Pinus sylvestris* L. /
 Юдкранте, г. Неринга, Западная Литва. Сосняк кислично-черничник, С₂ к реперным
 годам первого максимума солнечной активности $\bar{a}$.

Группы циклов		величина годовых индексов															
I	I	108	103	84	128	108	127	103	97	124	107	89	80				
2	3	118	98	104	117	138	45	36	62	76	85	116	119				
1	5	88	111	130	141	34,5	29	49	67	90	70	67	77				
2	7	127	90	76	106	120	85	71	116	113	89	90	77				
1	9	49	116	117	96	81	100	110	64	37	62	122	160				
2	11	155	104	74	53	77	112	133	108	90	116	128	118				
1	13	102	111	98	88	126	181	102	85	115	71	34	48				
2	15	28	82	121	160	132	114	125	91	91	90	84	109				
1	17	97	83	78	93	104	137	123	132	64	142	117	94				
2	19	102	80	92	86	107	94	140	76	59	54	83	114				
I гр. Σ						444	524	507	546	453,5	574	487	445	430	452	429	459
II гр. Σ						530	454	467	522	574	450	505	453	429	434	501	537
M Σ						974	978	974	1068	1027,5	1024	992	898	859	886	930	996
I гр. M						89	105	101	109	91	115	97	89	86	90	86	92
II гр. M						106	91	93	104	115	90	101	91	86	87	100	107
M ср.						97	98	97	107	103	102	99	90	86	89	93	100
Очередность годов						-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6

Таблица 3 а

Годичные индексы радиального прироста желтой сосны / *Pinus ponderosa* /
 на западе территории Соединенных Штатов Америки. Сб. дендрохкал I, долгота 112°18',
 широта 37°32' в отношении /первого максимума солнечной активности $\bar{a}$ /. Репера оп-
 ределены по данным Шоув'е (за годы 1449-1749).

$\bar{a}$													
Группа циклов	циклы	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
I	-31	79	83	68	78	72	93	82	104	101	114	95	88
2	-29	113	80	103	111	102	102	72	67	96	96	62	70
1	-27	101	101	139	122	109	82	72	99	61	55	80	122
2	-25	131	69	65	79	85	71	95	91	109	80	104	95
1	-23	118	84	95	74	90	68	112	110	36	78	88	87
2	-21	110	95	90	64	66	81	93	103	100	85	71	67
1	-19	107	65	81	102	84	71	92	52	75	99	106	115
2	-17	97	121	95	112	114	84	94	107	101	103	98	93
1	-15	84	95	70	52	38	87	101	82	101	69	78	68

Продолжение таблицы 3 а

Группа циклов	циклы	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6
2	- 13	137	134	128	145	140	185	147	148	99	130	153	148	163
1	- 11	93	101	102	67	45	100	87	107	109	75	81	101	129
2	- 9	110	102	117	83	97	51	82	97	121	120	100	122	124
1	- 7	106	132	108	81	115	97	81	103	114	93	106	71	66
2	- 5	112	98	96	97	86	91	71	90	94	116	106	55	71
1	- 3	88	107	101	131	100	69	108	111	113	123	111	112	61
2	- 1	90	92	88	79	112	116	115	134	119	83	120	112	105
1	1	122	83	85	86	109	116	139	142	138	141	126	127	109
I	Σ	898	851	849	793	762	783	874	902	848	847	871	891	850
II	Σ	900	791	782	770	802	781	769	837	839	813	814	762	831
III	Σ	1798	1642	1631	1563	1554	1643	1643	1739	1687	1660	1685	1653	1681
I	M	99	94	94	88	85	87	97	100	94	94	97	99	94
II	M	112	99	98	96	100	98	96	105	105	102	102	95	104
III	M	106	96	96	92	92	92	97	102	99	98	99	97	99

Таблица 4

Изменчивость СА по фазам в 88-летних циклах

группа циклов		I				II				I а				II в			
фазы		a	c	b	d	a	c	b	d	a	c	b	d	a	c	b	d
1449		1457	1461	1468		1472	1476	1480	1488	1492	1498	1505	1512	1519	1525	1528	1535
1539		1543	1548	1553		1538	1567	1572	1578	1581	1587	1591	1599	1604	1611	1615	1619
1626		1634	1639	1645		1649	1655	1660	1666	1675	1679	1683	1689	1693	1698	1705	1712
1718		1723	1727	1734		1738	1745	1751	1755	1761	1766	1770	1775	1778	1784	1788	1798
1804		1811	1817	1823		1829	1834	1837	1843	1849	1856	1860	1867	1871	1878	1884	1889
1894		1901	1907	1913		1918	1923	1928	1933	1937	1944	1948	1954	1958	1964	1969	1976
1980																	

a - первый максимум солнечной активности

c - первый минимум " "

b - второй максимум " "

d - второй минимум " "

Научные итоги исследования

Показано, что реперная система солнечной активности является одним из немногих способов, применение которой при изучении прогностических закономерностей изменчивости радиального прироста насаждений в различных регионах земного шара является перспективным. Ширина годичных слоев, а также вычисленные годичные индексы радиального прироста древостоев легко "привязывается" к максимумам и минимумам 22-летних циклов активности Солнца в промежутке времени от 1745 года до наших дней. Этот способ позволяет выявлять как численным, так и графическим способом проявления неодинаковой продуктивности деревьев в различных фазах солнечной активности.

Известно, что продуктивность деревьев зависит главным образом от почвенных условий местопроизрастания, гидротермического режима климата и экологических свойств деревьев в данном районе. Поэтому можем считать, что ряды годичных колец, при учете выше указанных зависимостей, обработанные методом наложенных эпох во многих случаях достаточно надежно показывают изменения продуктивности деревьев, а тем самым - определенные колебания в климатических изменениях.

Новым в нашей методике можем считать то, что нами наложенными эпохами учитываются не только 11-летние, но также 22-летние, 44-летние и 88-летние ритмы, и, таким способом, получаем сложную, но расшифруемую картину связи изменчивости состояния живой природы с относительно периодически повторяющимися закономерностями астрофизических явлений.

Методом наложенных эпох обработанные солнечные данные могут служить предварительным способом долголетнего прогнозирования самых величин солнечной активности в 22-летних, 44-летних, 88-летних циклах.

Независимым способом - по отдельным максимумам и минимумам солнечной активности расположенные приростные данные деревьев, как правило, перекрываются сходными по величине данными.

В исследованиях выше указанным способом себя хорошо показала сосна обыкновенная, ель обыкновенная, дуб черешчатый, ель в Коми АССР, деревья Забайкалья, Камчатки, сосна обыкновенная и лиственница сибирская в Северной Монголии, желтая сосна в Западной Канаде и США, белый дуб ряд сосен в восточной части США, чилийский аустрокедр в Чили и Аргентине, Пхилокладус в Австралийском регионе.

Менее пригодна оказалась ель восточная на Западном Кавказе и в Тяньшане, в Северной Карелии (сосна), некоторые древесные породы Южной Америки, Австралии. Пока складывается мнение, что хуже проявляется солнечная активность в крайних условиях среды например: в крупных горных ущельях, северных областях распространения леса, в некоторых оптимальных по условиям роста древостоях, в Литве - в кисличниках. Структура годичных колец не вносит в общую изменчивость радиального прироста значительной доли при его изучении в реперной системе солнечной активности.

Мы предполагаем, что стоит искать Солнцем обусловленных колебаний прироста по тем достоверно рассчитанным дендрошкалам, в которых после наложения 5-ти эпох остаются средние колебания прироста не менее 25-30-ти % и в которых можно выделить не менее

25-30 -ти % и в которых можно выделить не менее 2-3 участков времени, с тенденциями изменения приростов деревьев явно сходными на 60-80 - /100/ %.

Изучение реакции радиального прироста насаждений в определенных районах страны и зарубежом позволяет установить, что закономерности изменений прироста насаждений в некоторых участках времени, которые характеризуются определенными фазами активности Солнца явно отличаются экстремальными приростами /экстремальными гидротермическими условиями среды/. Эти участки отличаются также высокой повторяемостью самых экстремумов.

Например в Литовской ССР довольно глубоким минимумом отличается фазы $\bar{a}$, $\bar{a}_2$, c ; крупным максимумом - фаза $\bar{b}$, $\bar{b}_1$. Относительно низкий прирост и в фазе $\bar{c}$. Низкие приросты $\bar{b}_1$ фазе $\bar{a}_2$ и в нормально дренированных, свежих условиях местопроизрастаний. Минимум прироста проявляется не только в сосняках Литвы, но также в ельниках, черноольшаниках, дубняках. Он проявляется и в сосняках Латвийской ССР, на Валдае, Белоруссии, в Татарии, в Карпатах. Низкие приросты находим также и в некоторых районах Запада Соединенных Штатов Америки. /сосна желтая, псевдотсуга/. Низкие приросты во фазе $\bar{a}_2$ также в Аргентине, в Чили. Таким образом можно утверждать, что в некоторых периодах времени, отрицательные экологические условия проявляются на обширных территориях. Трудности последнего времени с решением продовольственных программ во многих странах также усугубляется глобальными ухудшениями условий среды.

Резюмируя сказанное можно утверждать, что использование релерной системы солнечной активности является одним из конкретных способов, позволяющих по закономерностям прошлого предсказывать настоящее и будущее. В дальнейшем дендроклиматохронологическая лаборатория намерена изучать так глобальные проявления в изменчивости колец деревьев, так и региональные особенности динамики прироста деревьев и его экогеографические закономерности.

Таблица 5

Условный прогноз активности Солнца по средним многолетним данным
с 1747 по 1984 гг.
по средней 22-летней /21-летней/

фаза	годы	фаза	годы	фаза	годы	фаза	годы
d	1975 76 77	$\bar{d}_1$	78	$\bar{a}$	79 80 81	$\bar{a}_2$	82 83 84 85
c	1986 87 88	$\bar{c}_1$	89	$\bar{b}$	90 91 92	$\bar{b}_1$	93 94 95
d	1996 97 98	$\bar{d}_1$	99	$\bar{a}$	00 01 02		

по средней 44-летней /40-летней/

фаза	годы	фаза	годы	фаза	годы	фаза	годы
d	1975 76 77	$\bar{d}_1$	78	$\bar{a}$	79 80 81	$\bar{a}_2$	82 83 84 85
c	1986 87 88	$\bar{c}_1$	89	$\bar{b}$	90 91 92	$\bar{b}_1$	93 94 95
d	1996 97 98	$\bar{d}_1$	99	$\bar{a}$	00 01 02	$\bar{a}_2$	03 04
c	2005 06 07	$\bar{c}_1$	08	$\bar{b}$	09 10 11	$\bar{b}_1$	12 13 14
d	2015 16 17	$\bar{d}_1$	18	$\bar{a}$	19 20 21	$\bar{a}_2$	

Продолжение табл. 5

по средней 88-летней /86-летней/

фаза	годы			фаза	годы			фаза	годы			фаза	годы		
d	1975	76	77	da	78	a	79	80	81	ac	82	83	84	85	
c	1986	87	88	cb	89	90	91	b	92	93	94	bd	95	96	97
d	1998	99	00	da	01	02	a	03	04	05	ac	06	07		
c	2008	09	10	cb	11	b	12	13	14	bd	15	16	17		
d	2018	19	20	da	21	22	a	23	24	25	ac	26	27	28	
c	2029	30	31	cb	32	b	33	34	35	bd	36	37	38		
d	2039	40	41	da	42	a	43	44	45	ac	46	47	48		
c	2049	50	51	cb	52	53	b	54	55	56	bd	57	58	59	60
d	2061	62	63	da	64	a	65	66	67	ac	68	69			

Таблица 6

Оптимумы и Песимумы в фазах солнечной активности

Регион	фазы																	
	d ₀	d ₀ a	a	ac	c	cb	b	bd	d	da	a	ac	c	cb	b	bd	d	da
Литовская ССР	-	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	0	+	++	++	+	-	-
сосна свежие																		
усл. местпр.	-	+	+	--	+	0	0	+	0-	-	0	+	+	-0	0	0	-	-
Лат. ССР	-	0	+	--	++	+	+	0-	-	-	0	0+	+	0-	--	--	+	+
сл. Слыха черная Литва	-	+	--	+	-	-	+	+	+	+	--	-	0	+	--	+	-	-
УССР, Карпаты																		
Ель	0	-	++	++	0	--	0	0	+	++	+0	0	++	+0	--	--	-	-
Кедровая сосна	+	+	-0	++	0	+	+0	+	-	--	--	-	0	++	++	++		
Новгородская обл.																		
Валдай сосна	0+	++	--	0	++	0	++	+	+	++	--	+	0	+0	+0	0-	+	+
Зап.БССР сосна	-	-	-0	++	++	+	-	--	-	++	00	0+	++	--	+	0-	-	-
Архангельская обл. сосна	+-	--	--	++	++	++	+	+	--	--	--	00	--	--	++	0-	--	--
Татарская АССР сосна	++	00	0-	0-	-0	-	+	+	++	0-	00	00	0-	0+	0+	++	++	00
Арча Д.Тянь-шань сосна																		
обыкновенная	00	++	0-	0+	0+	0	0+	+0	+0	+0	+0	--	00	--	0+	00	00	00
Башкирия	--	-0	0	+	+	00	+	00	+	+	++	+	++	0-	0-	0-	00	00
С.Урал																		
лиственница	0+	++	++	++	-0	-	+	--	+	+	++	+	++	--	0-	0-	0+	++
Приобский Урал	+-	00	0	++	0-	--	-	--	+	+	++	--	0-	--	--	--	00	++
р.Соби	+-	00	0+	++	-0	--	-	--	+	+	++	+	++	--	--	0-	+	++

Продолжение таблицы 6

Регион	фазы															
	d ₀	d ₀ a	a	ac	c	cb	b	bd	d	da	a	ac	c	cb	b	bd
З.Кавказ	--	-0	00	0+	++	+	-	--	0+	0	0-	0-	0+	00	00	00
З.США №19	+	--	+	00	0+	+0	0	--	--	+	0	+	00	++	++	++
№ 33	0-	0-	-0	+	+	++	+	-0	+	0-	-	+	++	+	++	+

Примечание: + - средне-положительные, ++ - сильные положительные,
- отрицательные, -- - сильно отрицательные экстремумы.

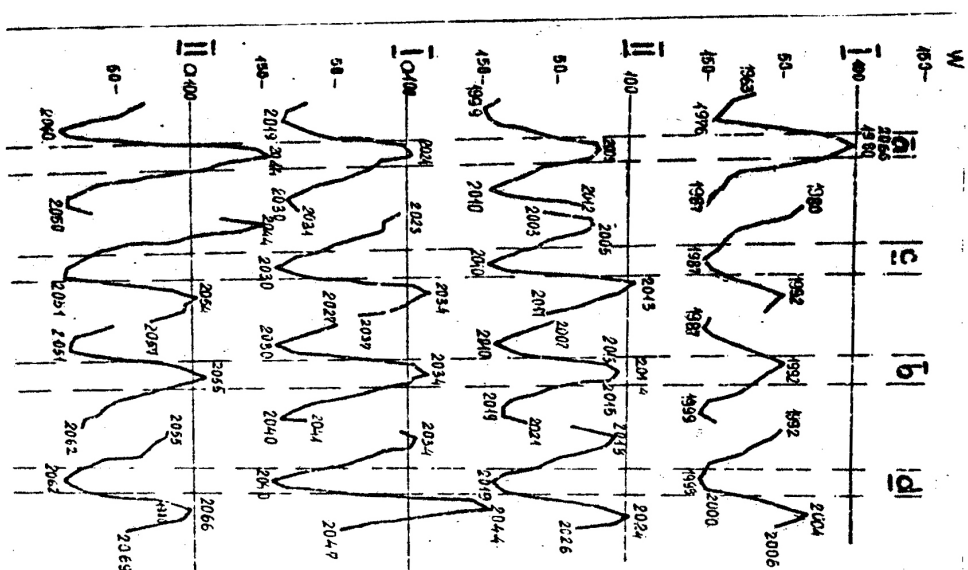


Рис.1. Релятивный (условный) прогноз солнечной активности векового (88-летнего цикла) основанный на среднем вековом изменчивости солнечной активности в числах Вольфа. а, б, в, г - фазы солнечной активности; I-II - первый, II-III - второй 44-летний цикл. W - средняя величина числа Вольфа за 5 последних вековых циклов.

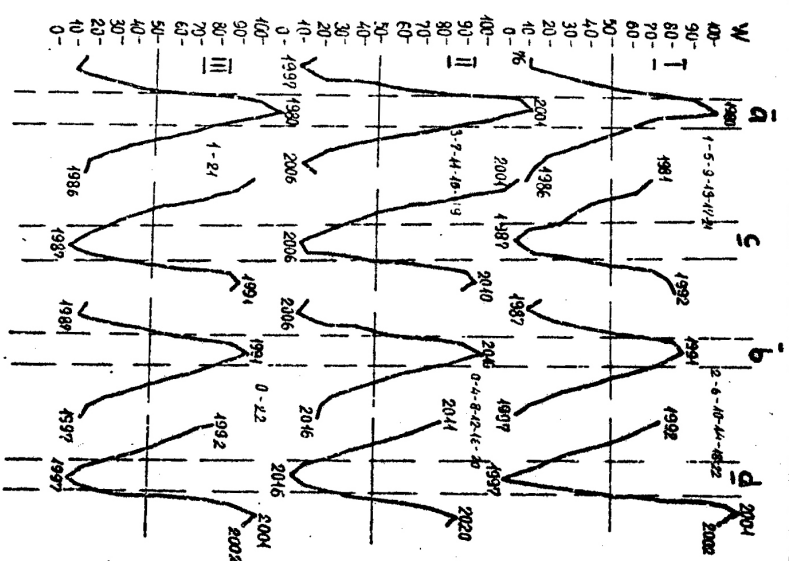


Рис.2. Релятивный (условный) прогноз 44-летнего и 22-летнего циклов солнечной активности (II). W - числа Вольфа за указанные II-летние периоды (напр. I-5-9-13 + 17-21) а, б, в, г - фазы солнечной активности. Цифрами указаны также экстремальные по активности Солнца календарные годы.

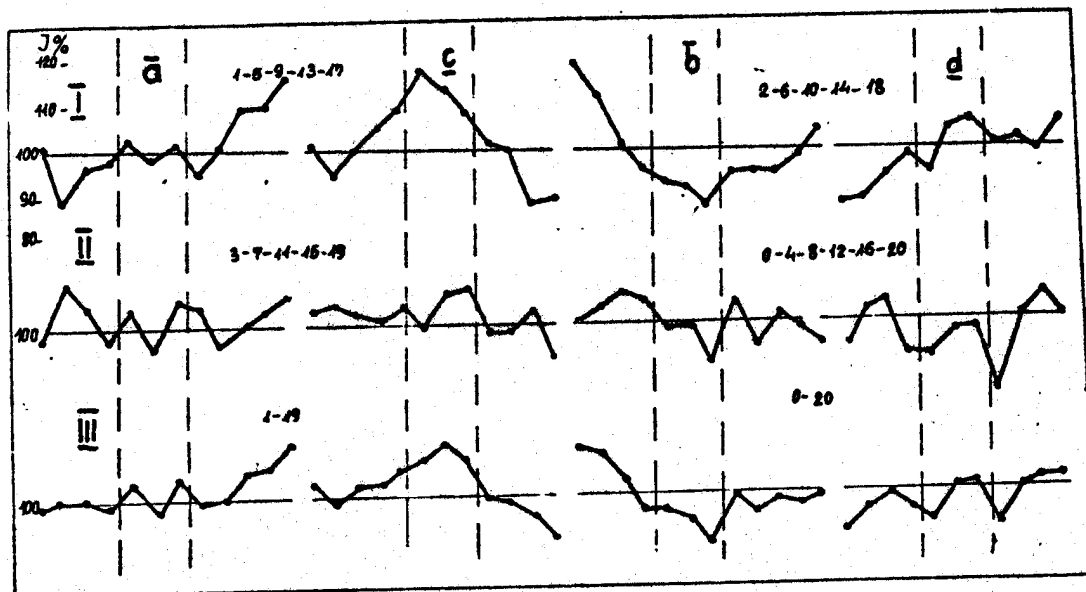


Рис.3. Релятивный (условный) прогноз радиального прироста в индексах (J) ели восточной, Западный Кавказ, Бескесский леспромхоз, лесничество Пхия, модель КК-3, высота над уровнем моря 1500 м, условия местопроизрастания С₂₋₃.

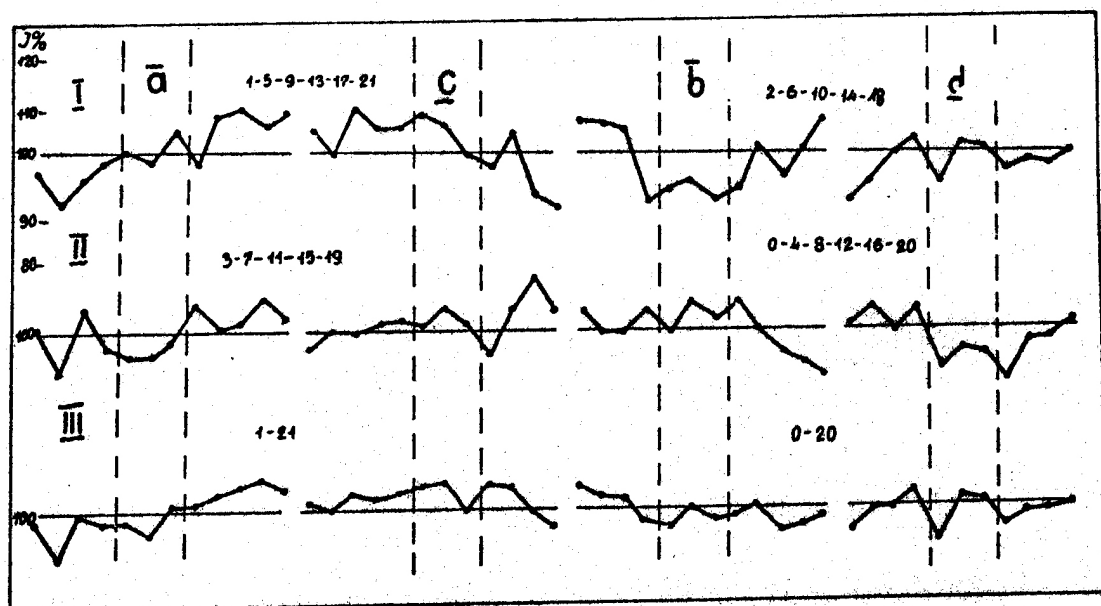


Рис.4. Релятивный (условный) прогноз РПвJ , ели восточной, Западный Кавказ, Бескесский леспромхоз, модель КК-1, высота над уровнем моря 1500 м, условия местопроизрастания С₂₋₃.

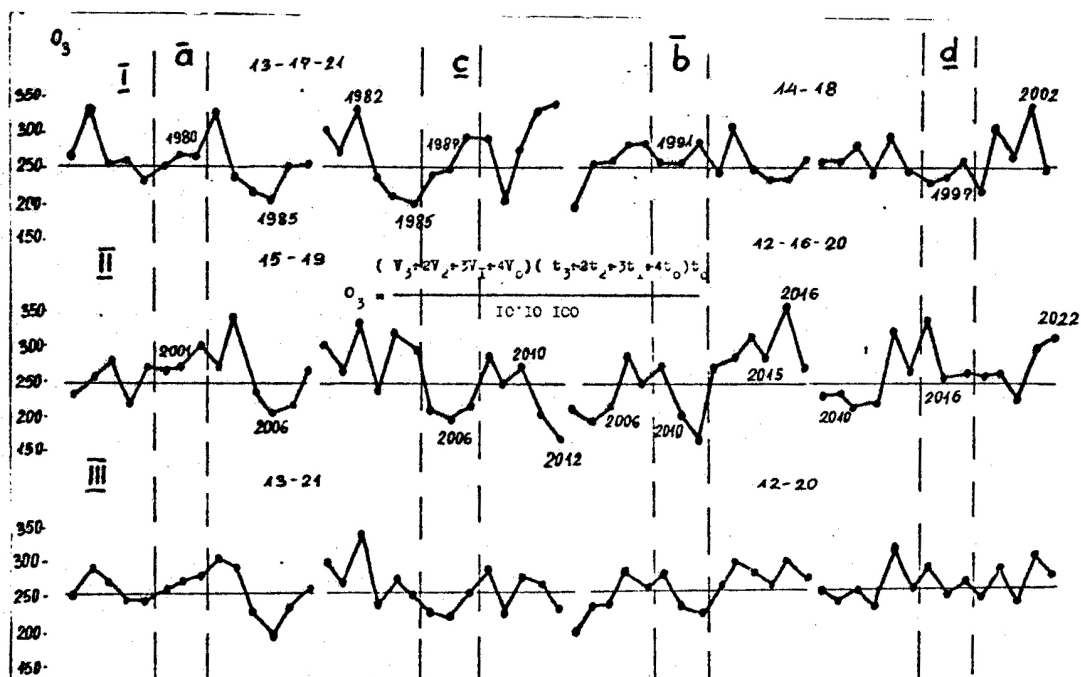


Рис. 5. Условный прогноз комплексного гидротермического показателя O_3

$$O_3 = \frac{(V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0)(t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0)t_0}{10 \cdot 10 \cdot 100}$$

где - Vut - осадки и температура за гидрологический год. Каунасская МО.

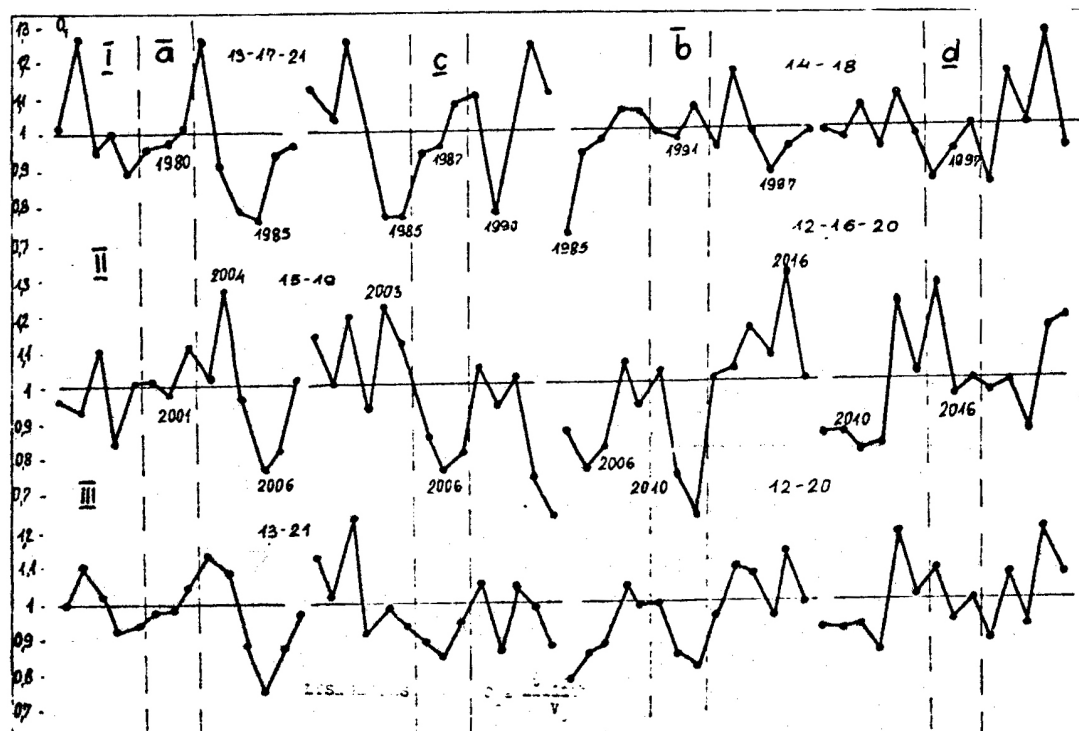


Рис. 6. Условный прогноз комплексного гидротермического показателя O_1

$O_1 = \frac{t_0 \cdot 100}{V_0}$ где t_0 и V_0 средняя температура и сумма осадков в мм за гидрологический год. Индексы - 0 - год текущий, I - предыдущий и т.д. Каунасская МО.

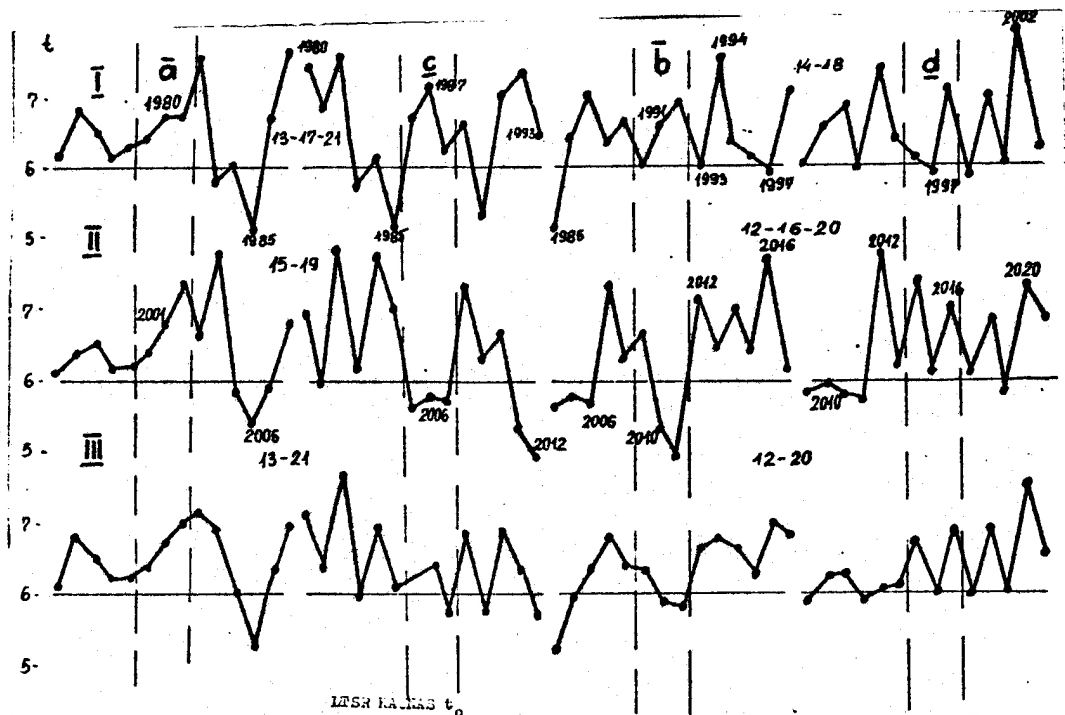


Рис.7. Условный прогноз климатического показателя t_0 (средняя температура за гидрологический год). Каунасская метеорологическая обсерватория.

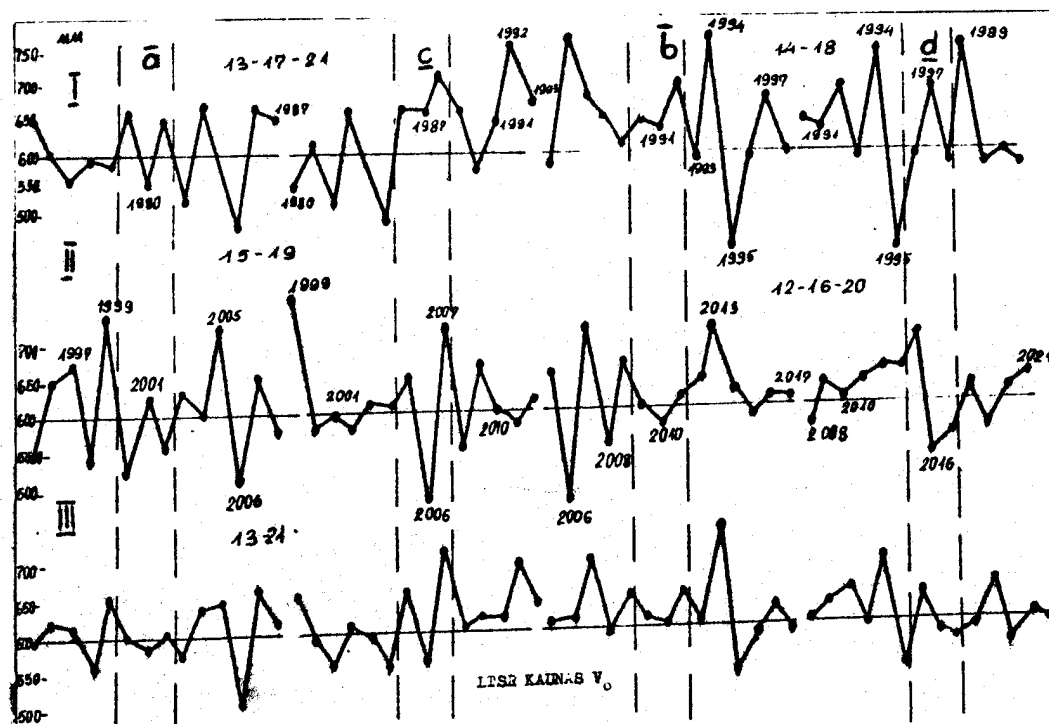


Рис.8. Условный прогноз климатического показателя V_0 (сумма осадков в мм за гидрологический год). Каунасская метеорологическая обсерватория.

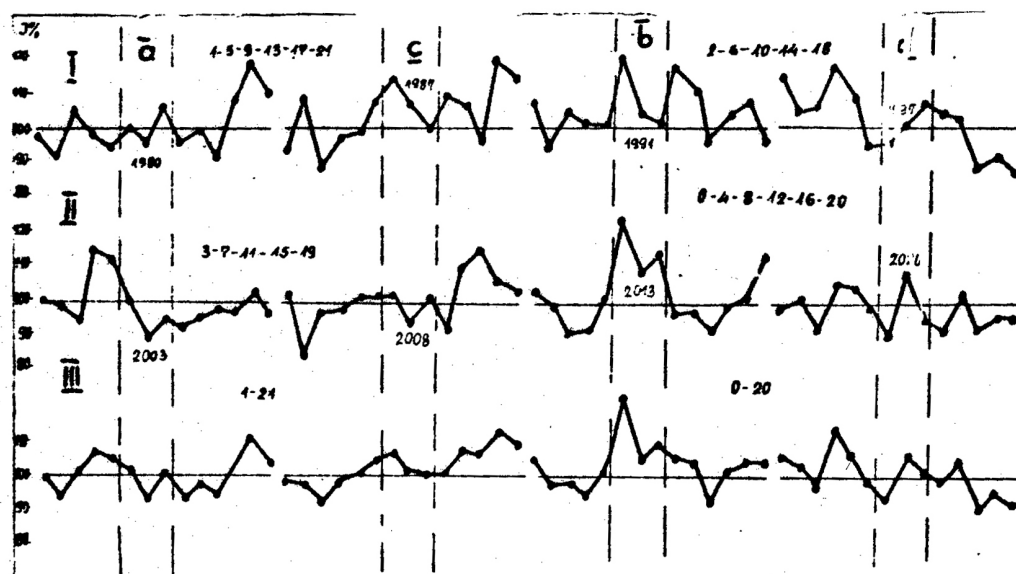


Рис. 9. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста Видрингтонии (*Widringtonia cedarbergensis*) Южная Африка, широта $32^{\circ}24'$, долгота $19^{\circ}13'E$, высота над уровнем моря 1330 м.

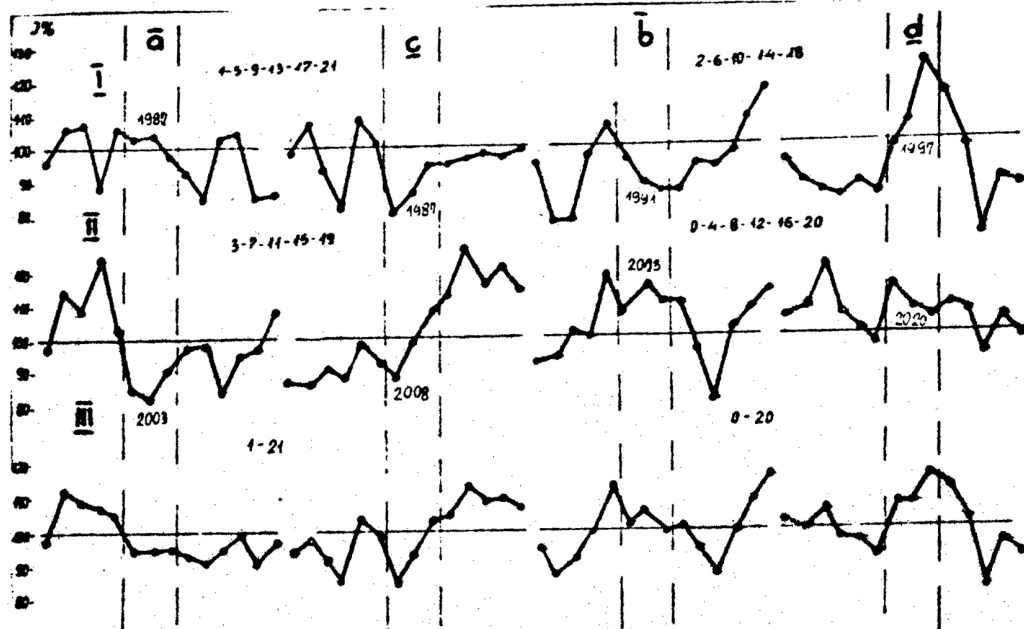


Рис. 10. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста Аустрало Кедрус (*Australocedrus Chilensis*), широта $42^{\circ}07'S$, долгота $71^{\circ}26'W$, высота 820 м. Аргентина.

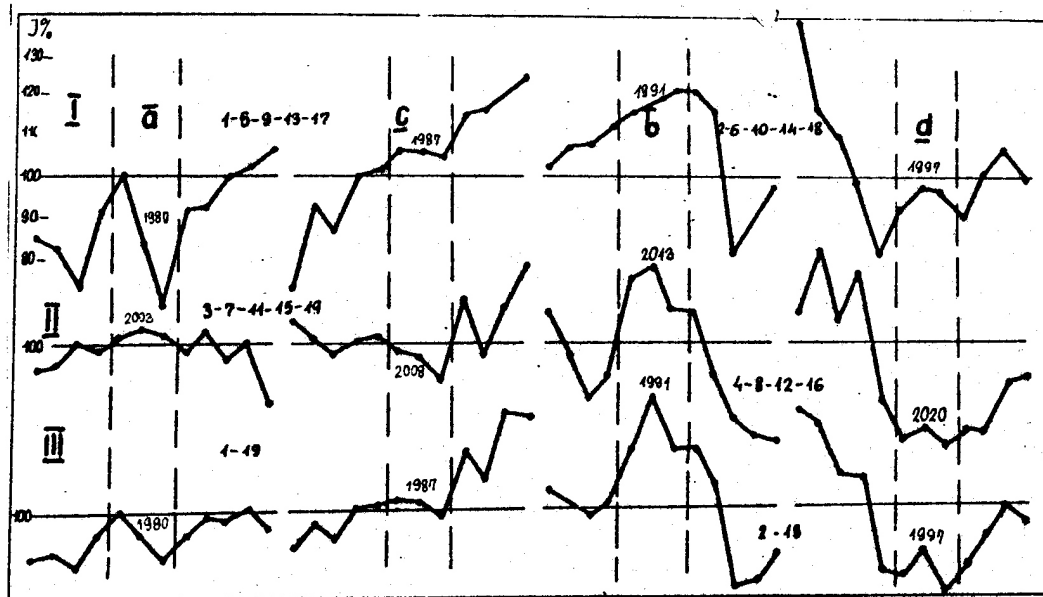


Рис. II. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста сосны обыкновенной в Литовской ССР, Шакияйский лесхоз, торфяное месторождение "Аукштои шилиня" условия местопроизрастания $A_3 - B_3$.

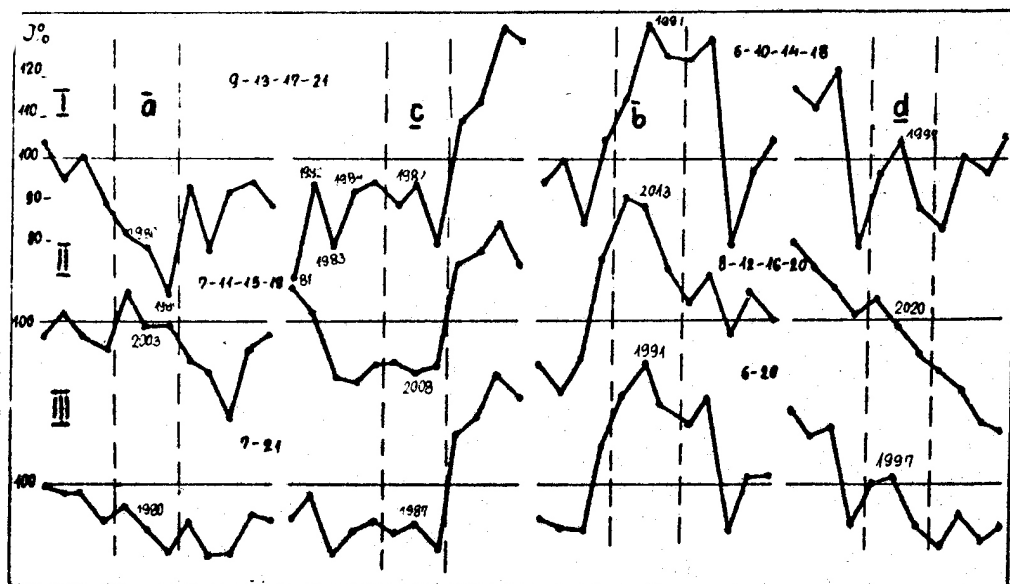


Рис.12. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста сосны обыкновенной в Литовской ССР, болото в Каунасском леспрохозе, лесничество Курас, условия местопроизрастания A_3 .

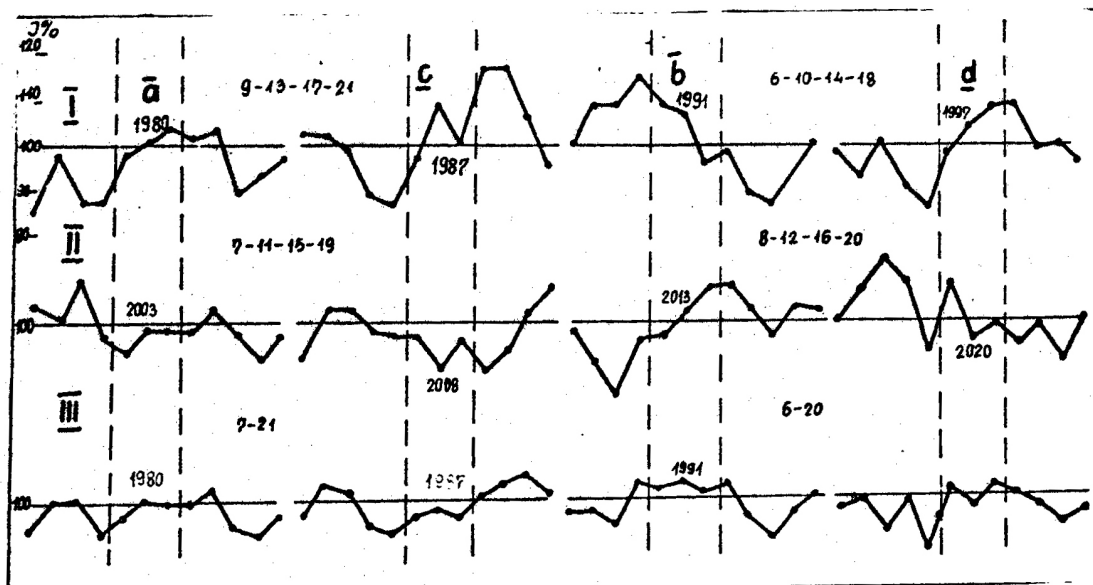


Рис.13. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста в индексах сосны обыкновенной в Литовской ССР, Дубравская ЛОС, условия местопроизрастания В₃, вывота над уровнем моря 10 м.

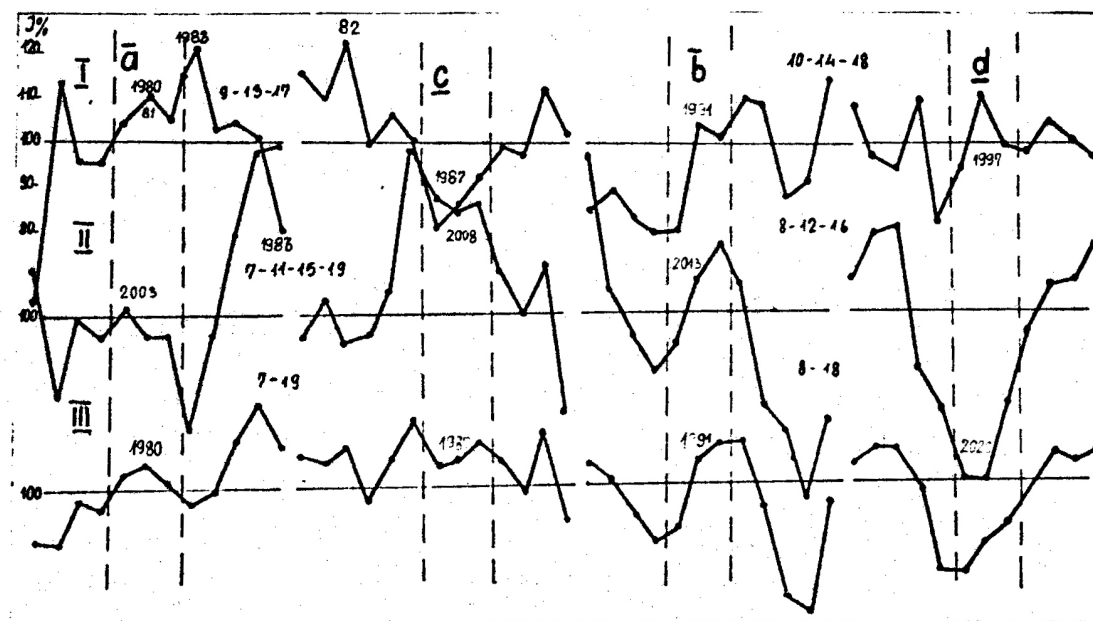


Рис.14. Релятивный (условный) прогноз радиального прироста сосны. Дубравская ЛОС, условия местопроизрастания В₃.

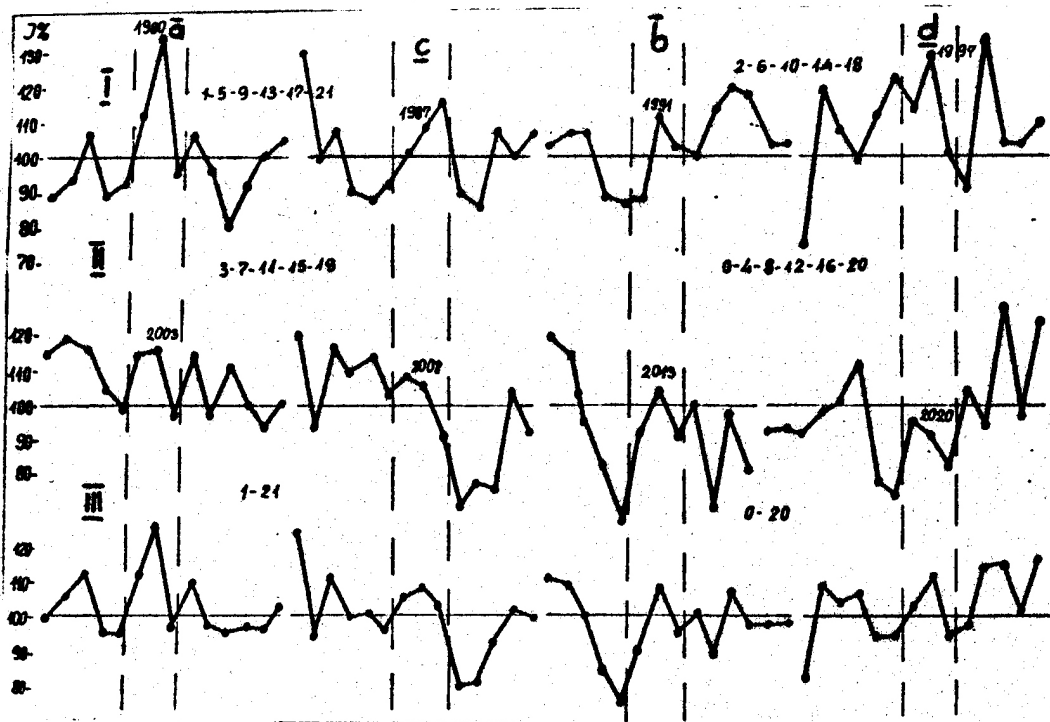


Рис. 15. Релятивный (условный) прогноз радиального прироста (*Phyllocladus aspleniifolius*) широта $43^{\circ}22'S$ - долгота $143^{\circ}16'E$, высота над уровнем моря 450 м. Аустралия.

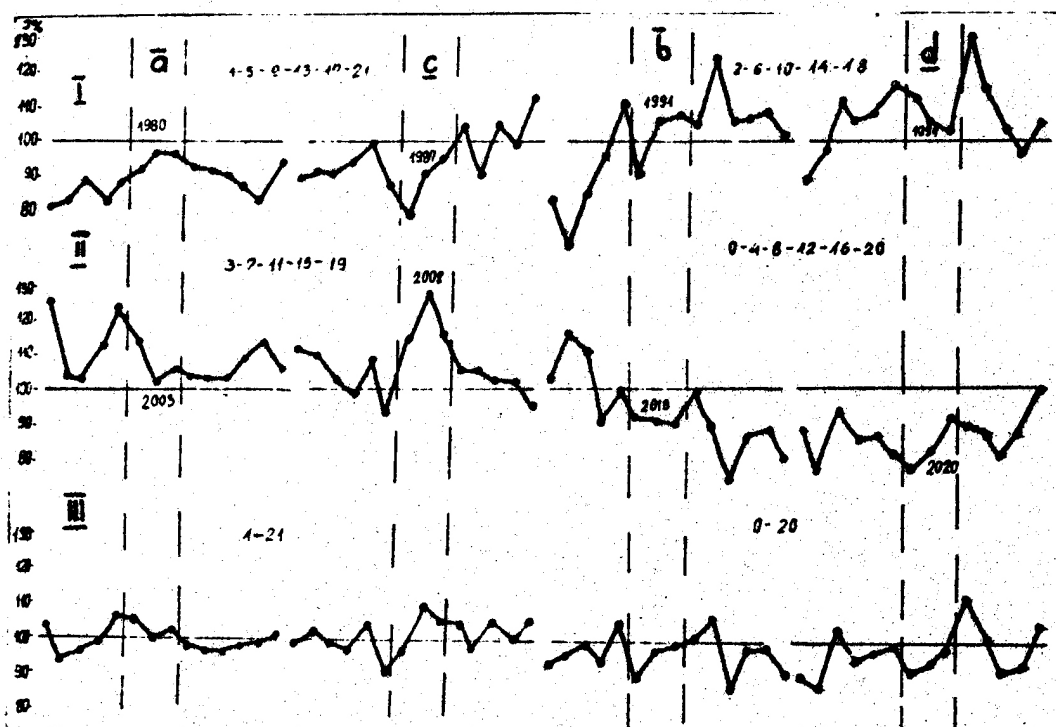


Рис. 16. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста Аустрокедрус (*Austrocedrus chilensis*) El Chascaу, Чили, широта $37^{\circ}21'S$ - долгота $71^{\circ}30'W$, высота над уровнем моря 800-1000 м.

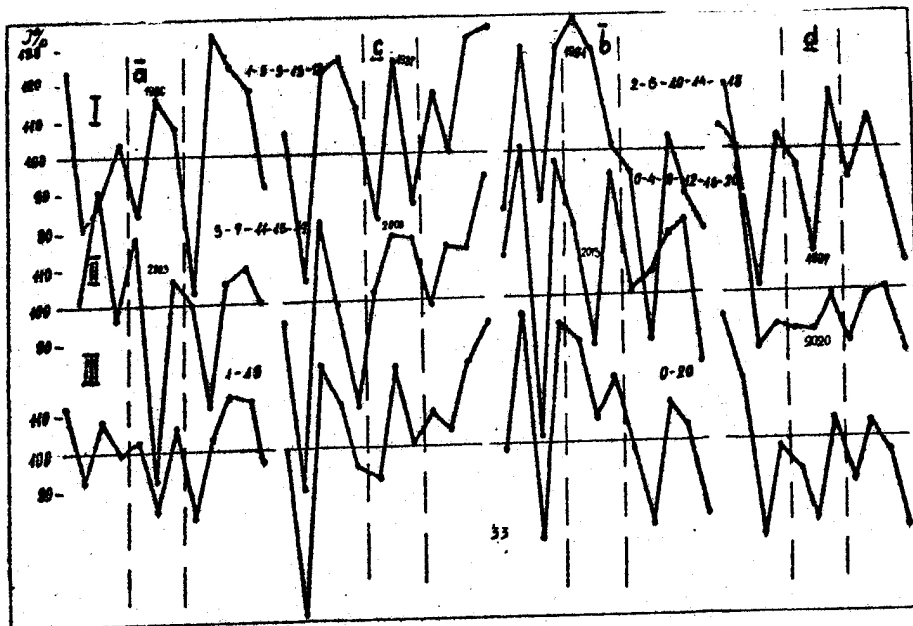


Рис. 17. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста сосны (*Pinus ponderosa*) на Западе Соединенных Штатов Америки. Широта $35^{\circ}50'N$ долгота $109^{\circ}07'W$, высота над уровнем моря 2300 м.

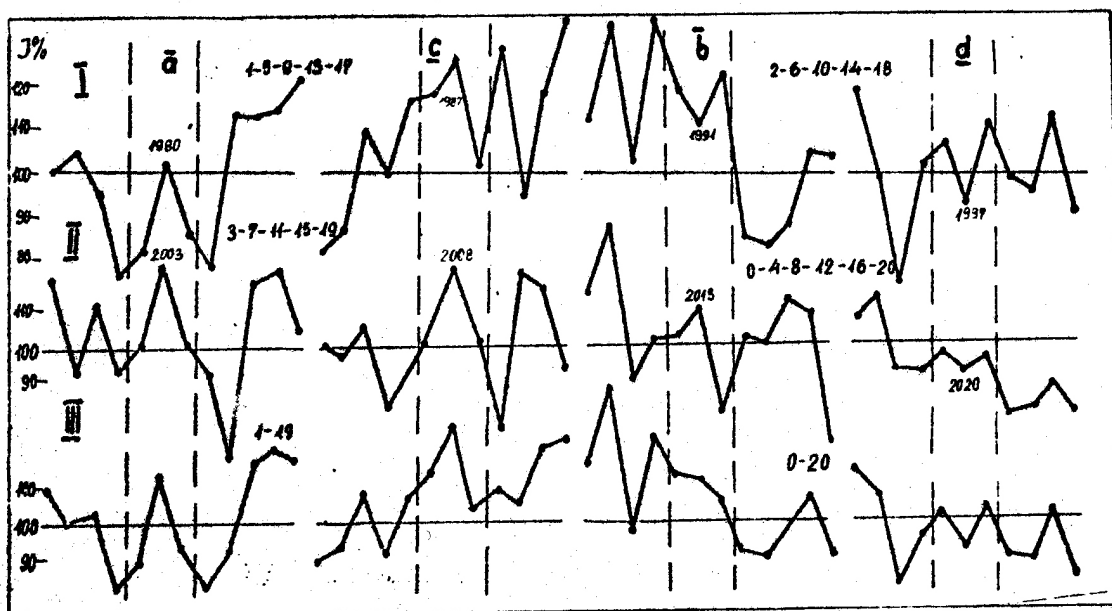


Рис. 18. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста желтой сосны (*Pinus ponderosa*) на Западе Соединенных Штатов Америки. Широта $30^{\circ}10'N$ - $108^{\circ}15'W$, высота над уровнем моря 2100 м.

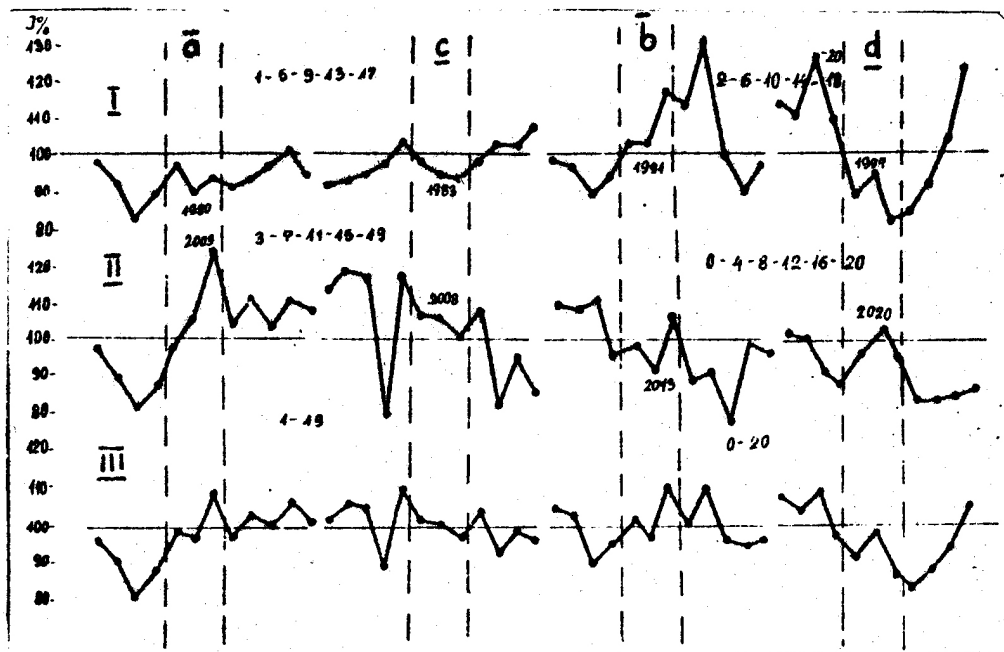


Рис. 19. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста ели красной (*Picea rubens*) на Востоке Соединенных Штатов Америки.

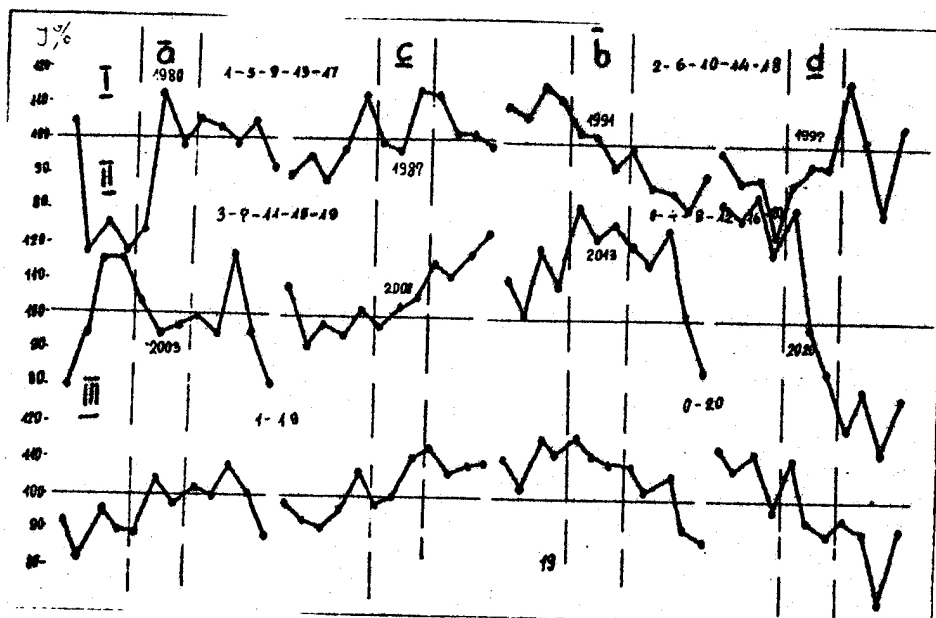


Рис. 20. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста желтой сосны (*Pinus ponderosa*) на Западе Соединенных Штатов Америки широта $30^{\circ}10'N$ - долгота $108^{\circ}15'W$, высота над уровнем моря 2100 м.

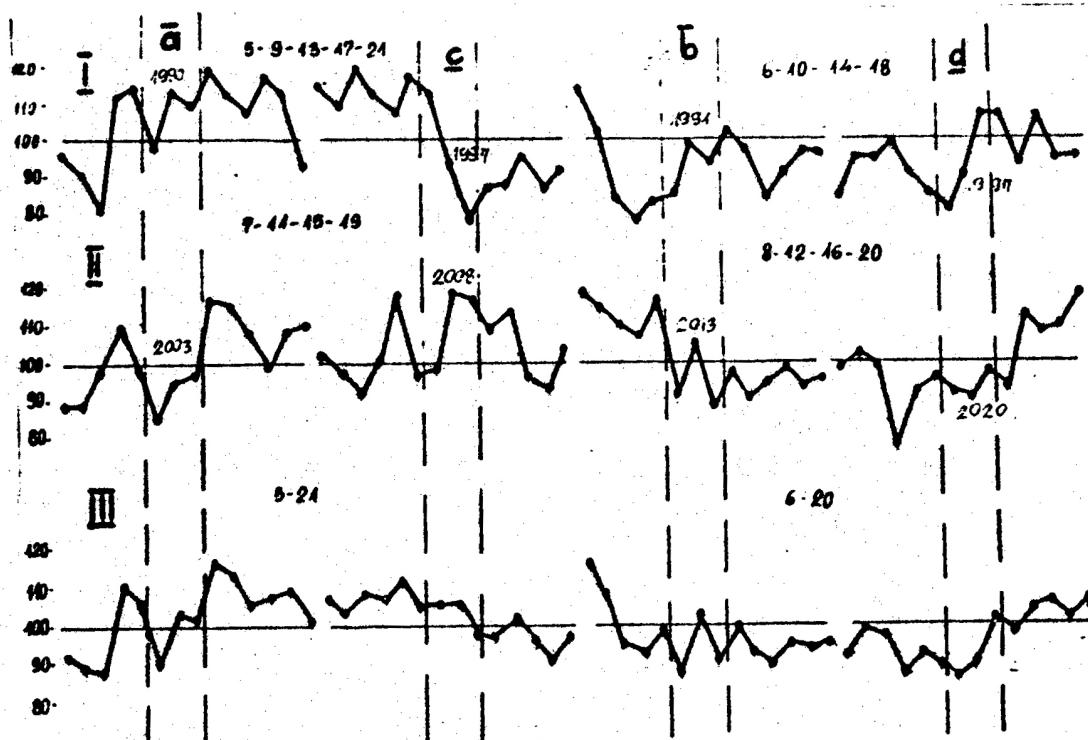


Рис. 21. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста лиственницы Каяндера на Камчатке (модель № 69I).

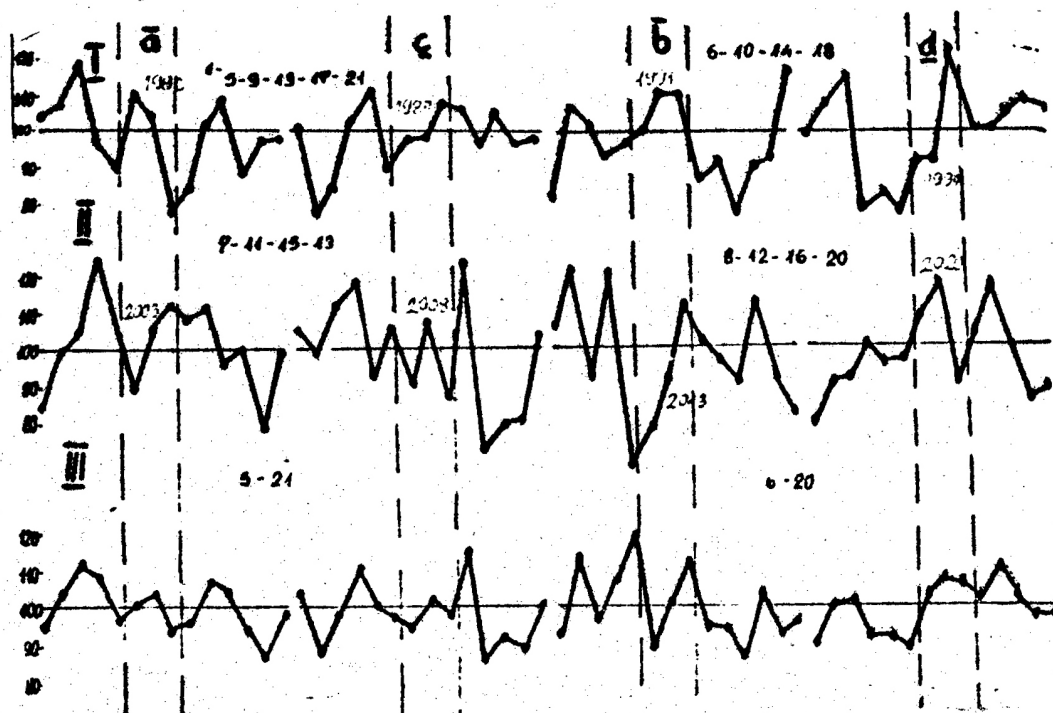


Рис. 22. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста лиственницы Каяндера на Камчатке (пр. пл. № 65).

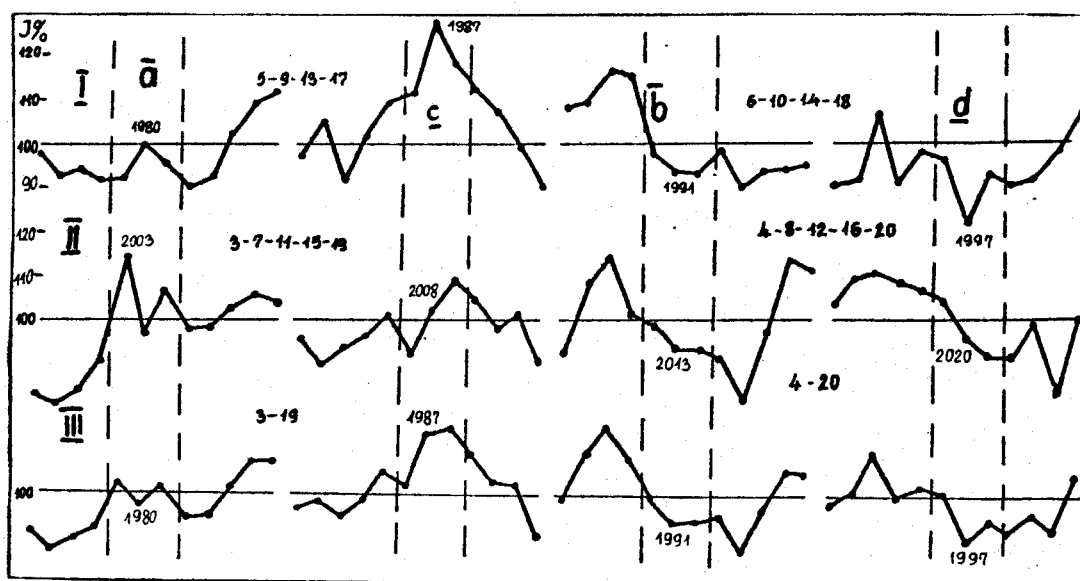


Рис. 23. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста в % сосны обыкновенной в Белорусской ССР, Пружанский лесхоз, Берёзовское лесничество, условия местопроизрастания A_2 .

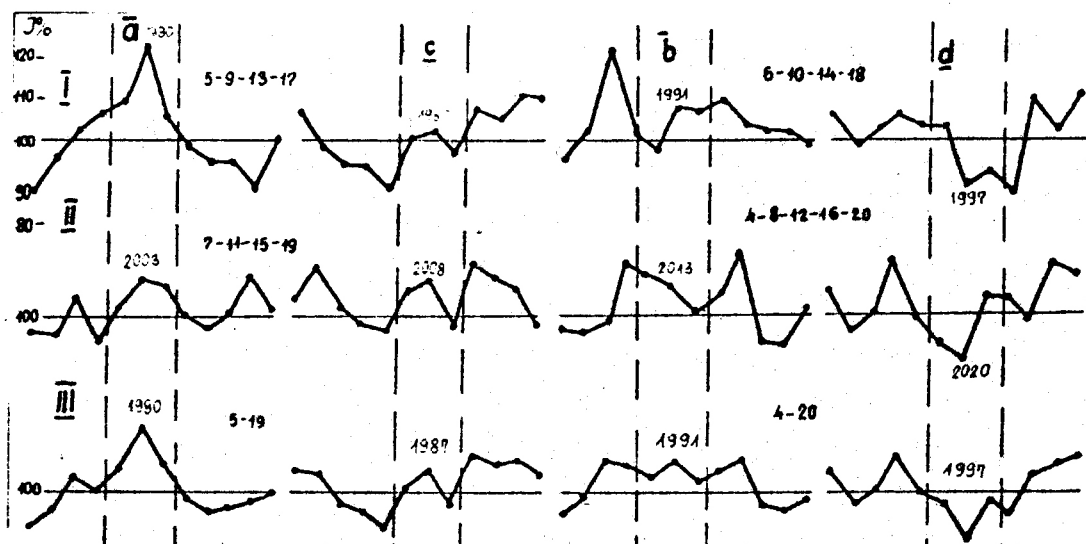


Рис. 24. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста сосны обыкновенной в индексах в Новгородской области, Валдайском лесхозе, Валдайском лесничестве, условия местопроизрастания C_3 .

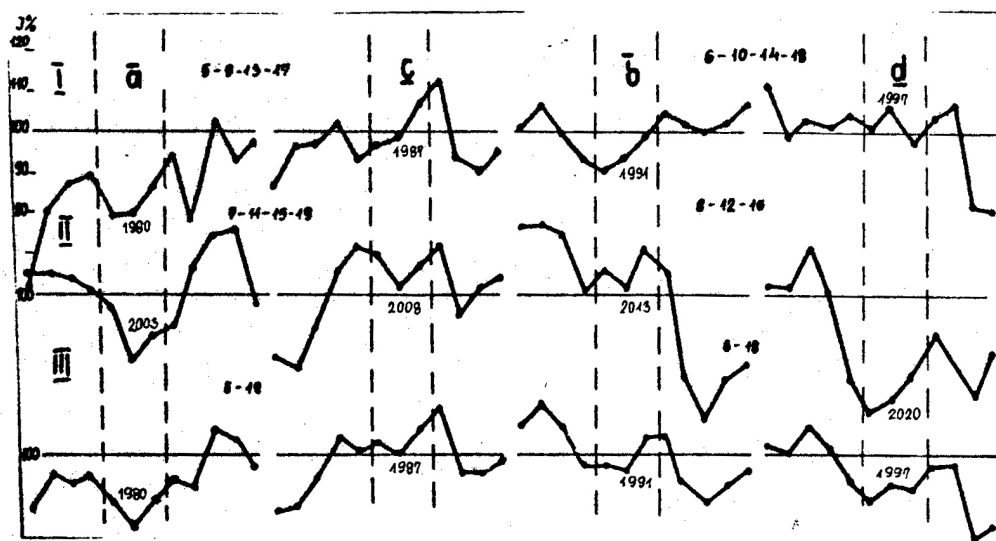


Рис. 25. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста в индексах (J) сосны обыкновенной в Литовской ССР, Рокишском лесхозе, Мудупском лесничестве, условия местопроизрастания B_3 .

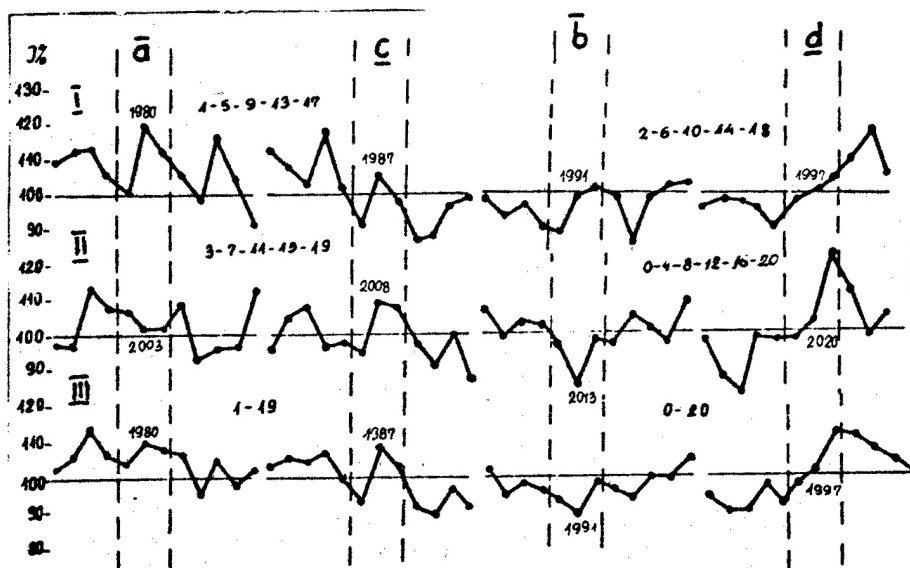


Рис. 26. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста сосны обыкновенной на Кольском п-ве, Кольский лесхоз, Мурманское л-во условия местопроизрастания $A_2 - A_3$.

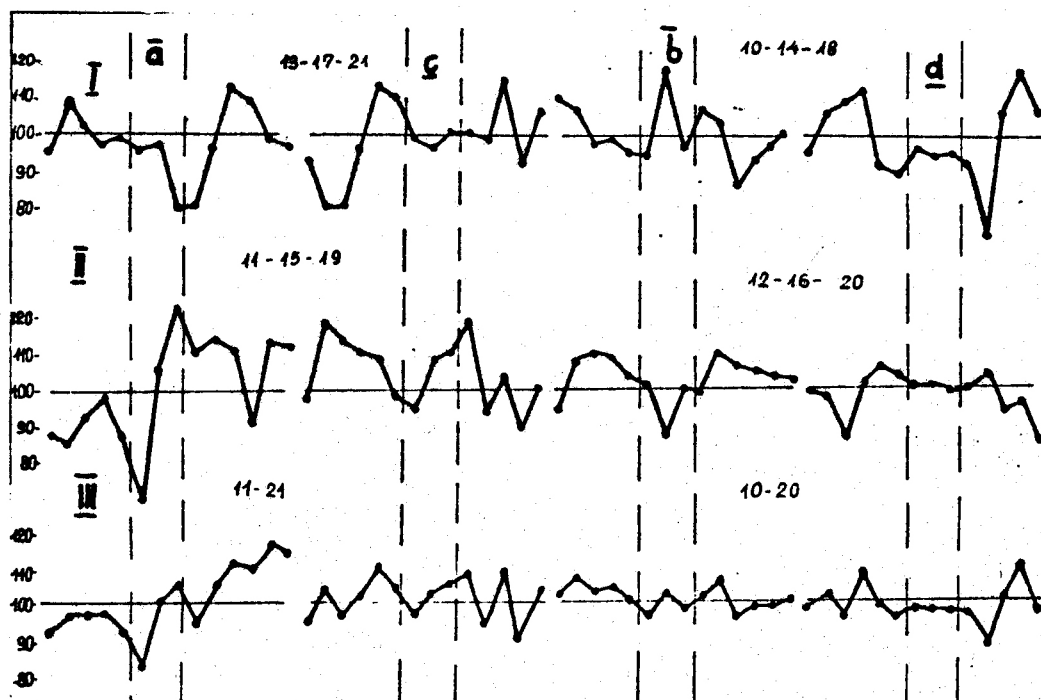


Рис. 27. Релятивный (относительный) прогноз радиального прироста ели аянской пр. пл. № 66, широта 56° N, долгота 163° E.

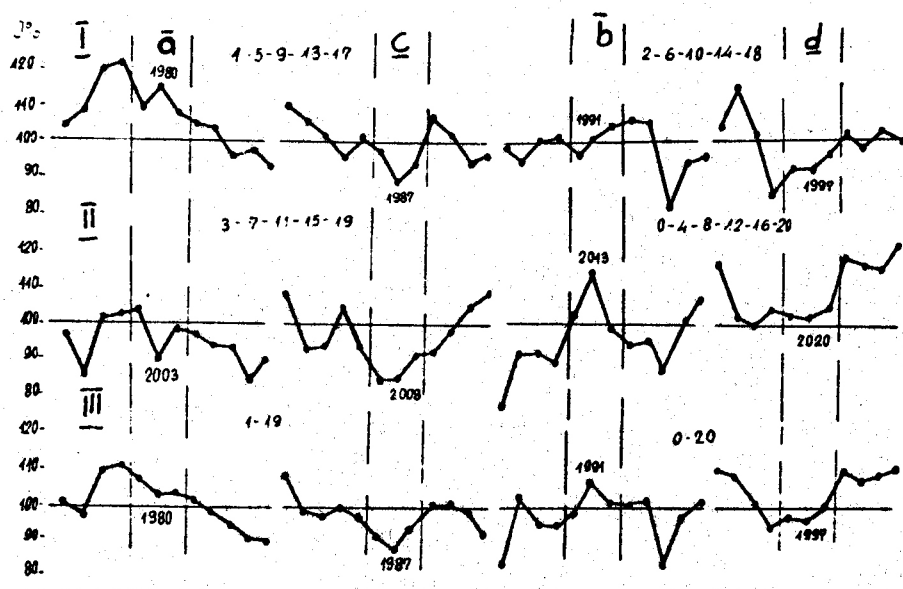


Рис. 28. Релятивный (относительный) прогноз Белого дуба (*Quercus alba*), Восток Соединенных Штатов Америки, широта $37^{\circ}11'N$ - долгота $86^{\circ}06'W$, 213 м над уровнем моря.