

УСЛОВИЯ СРЕДЫ И РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ
ДЕРЕВЬЕВ

Т. Битвинская

Б.О. ДЕНДРОКЛИМАТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ ПРОФИЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Одна или несколько шкал дендрохронологической информации с небольшой территории сравнительно мало могут дать для прогноза условий среды. Как метеорологи, прогнозируя будущую погоду, не могут обходиться без широких – глобальных сведений о состоянии движения циклонов и антициклонов, проходящих фронтов и направления ветров, так и при многолетнем прогнозировании необходимы глобальные сведения о состоянии макроусловий биосферы не только за продолжительное время, но и при широком пространственном охвате нашей планеты.

Значит, территориальное дендрохронологическое изучение нашей страны является важной и неотложной задачей, тем более, что высоковозрастные насаждения интенсивно исчезают с лица Земли с хозяйственным освоением лесов и становлением страны "культурным" ландшафтом.

Зачатки пространственных исследований находим в работах Дугласа [42] Шульмана [43] Эклунда [44,45]. С развитием кибернетики и применением ЭВМ в дендрохронологии стало возможным создать шкалы (серии) годичной информации, впечатляющие и по времени (шкала *Pinus aristata* в белых горах Калифорнии Шульмана), и по пространству (реконструкция климата Западной части Северной Америки Фриттсом). В СССР дендрохронологические профили создаются Н. В. Ловелиусом (северные широты), С. Г. Шиятовым, Г. Е. Коминим – профили Север – Юг по Уральскому хребту, Г. Б. Гортинским по ели (Южная – северная тайга Европейской части ССР).

Сеть пробных площадей в таежной зоне СССР закладывается М.И. Розановым и другими.

Первой в СССР крупную работу по созданию дендрохронологического профиля по сосне (*Pinus silvestris* L.) начала дендроклиматохронологическая лаборатория И-та ботаники АН Лит. ССР. Для этого были использованы пробные площади сосны заложенные Т. Битвинским в 1961-1962 г. в Литовском Леспроекте. В экспедиции 1968 года вместе с Институтом Археологии АН СССР (проф. Б.А. Колчин) были заложены пробные площади в Южной и Средней Карелии, в Новгородской области. И. Кайрайтисом, К. Кереевым и другими сотрудниками лаборатории были заложены пробные площади на Севере Карелии, в Мурманской области, а также в западной Белоруссии и западной Украине. На все протяженности профиля был заложен 41 пункт исследований, взято 2700 образцов древесины возрастным буровом. Расстояние между северным и южным пунктом исследований составляет 2560 км.

Типологическая характеристика, число взятых образцов и длина шкал даны в таблице 15 радиальным приростом в 22-летних циклах проявляется не во всех районах одинаково. Напри-

мер, по нашим расчетам оказалось, что такая ценная по своей длине дендропка сосны остистой (*Pinus aristata*), имеющая длину 7100 лет, такой связи, по нашей методике, не показывает. Поэтому, более чем желательно, найти и другие способы отыскания связи солнечной активности с живой природой.

При решении проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод" академиком Б. П. Константиновым и проф. Г. Е. Кочаровым 1965 г. было предсказано, что количество радиоактивного радиоуглерода в годичных кольцах должно показать связь с солнечной активностью. Дендроклиматохронологическая группа Института ботаники АН Лит. ССР включилась в решение этой проблемы и представила Физико-техническому Институту АН СССР более 500 годичных колец для радиоуглеродного анализа. На Тбилисском пятом всесоюзном совещании по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод" 1973 г. были обсуждены первые результаты специальных исследований.

Исследованный период 1780-1838 г.г. Х. А. Арслановым, С. А. Румянцевым и др. [46a] представляет почти полный 80-летний цикл солнечной активности. Сравнение временных ходов усредненных чисел Вольфа и экспериментальных данных по вариациям содержания радиоуглерода указывает на корреляцию, существующую между максимумом чисел Вольфа (или минимумом скорости генерации радиоуглерода в атмосфере Земли) и минимумом содержания радиоуглерода в атмосфере со сдвигом по фазе около 10 лет.

В. А. Алексеев, А. К. Лавружина и др. [46b] на годичных кольцах секвой за 1880-1915 г.г. показали, что несмотря на некоторый разброс отдельных значений, видна тенденция к увеличению C^{14} в те годы, когда активность Солнца возрастает. Между изменениями C^{14} и числами солнечных пятен коэффициент корреляции равен +0,57.

А. А. Семенов, С. А. Румянцев, Е. Н. Романова и др., используя три наши модели (I-I, K-I, K-3)*, исследовали с некоторыми перерывами с 1564 по 1712 г. датированные годичные кольца, охватывающие два 80-летние периода. Здесь было установлено, что вариации содержания радиоуглерода следуют за изменением солнечной активности с запаздыванием минимума содержания C^{14} после максимума цикла ≤ 1 год [46c].

В статье В. А. Дергачева и А. А. Санадзе [46d] изложены результаты исследований выполненных по годичным кольцам периода 1760-1850 г.г. Они повторяют вывод работы [46a] о зависимости концентрации радиоуглерода от векового цикла солнечной активности. Минимум солнечных пятен опережает максимум содержания радиоуглерода в атмосфере примерно на 10 лет.

Выше изложенные результаты, которые в большинстве своем зависели от точности работы нашей группы, показывают, что изучение содержания радиоуглерода в годичных кольцах и является вторым независимым методом, позволяющим восстановить солнечную активность за прошлые времена. Первым ключом для восстановления солнечной активности, как уже показано в наших исследованиях, является связь между амплитудами солнечной активности и амплитудами радиального прироста в 22-летних циклах в определенных районах страны.

Можно считать доказанным, что установленные закономерности существуют за последние 200 лет - за последний, наиболее четко исследованный, период солнечной активности.

*Номера моделей

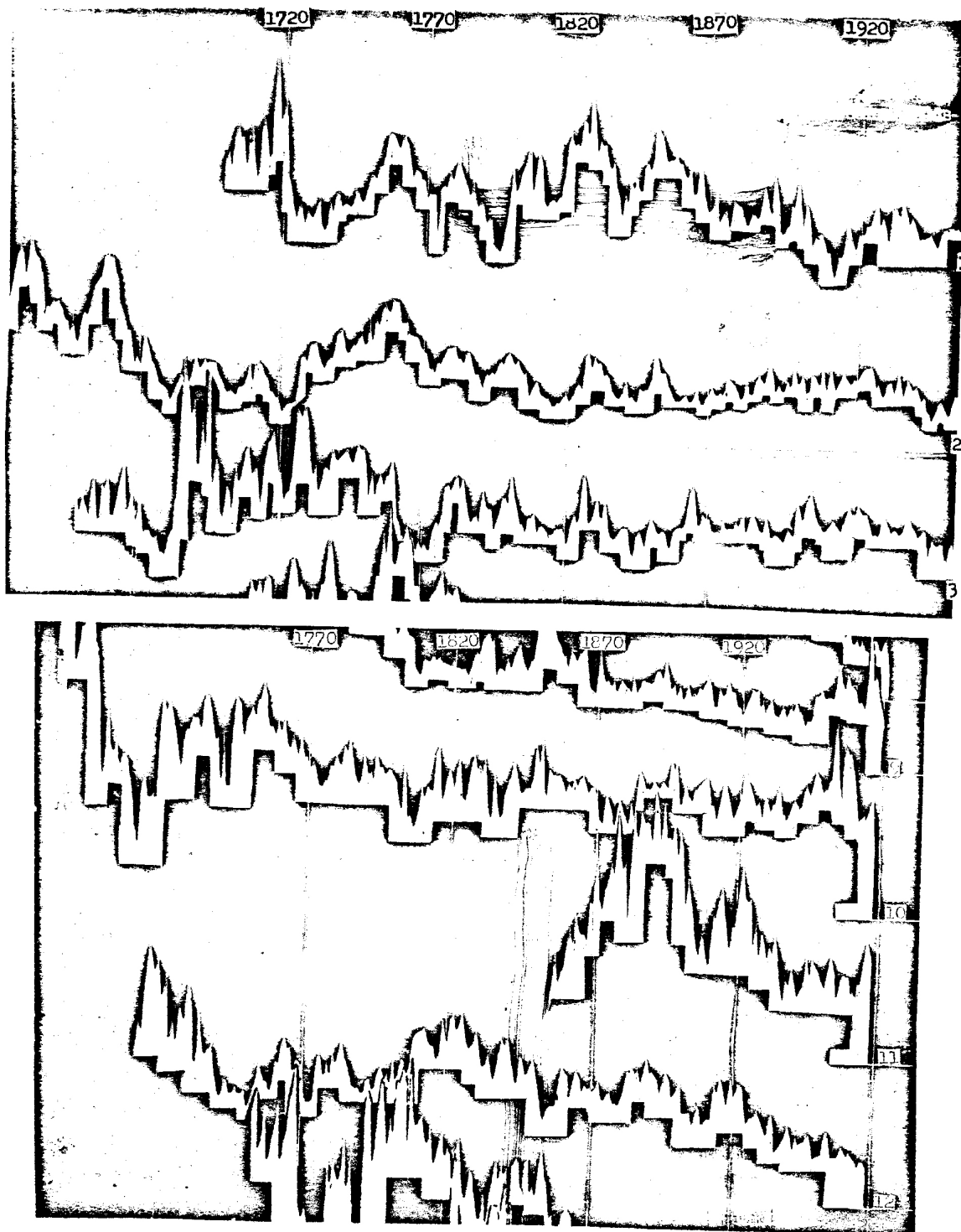
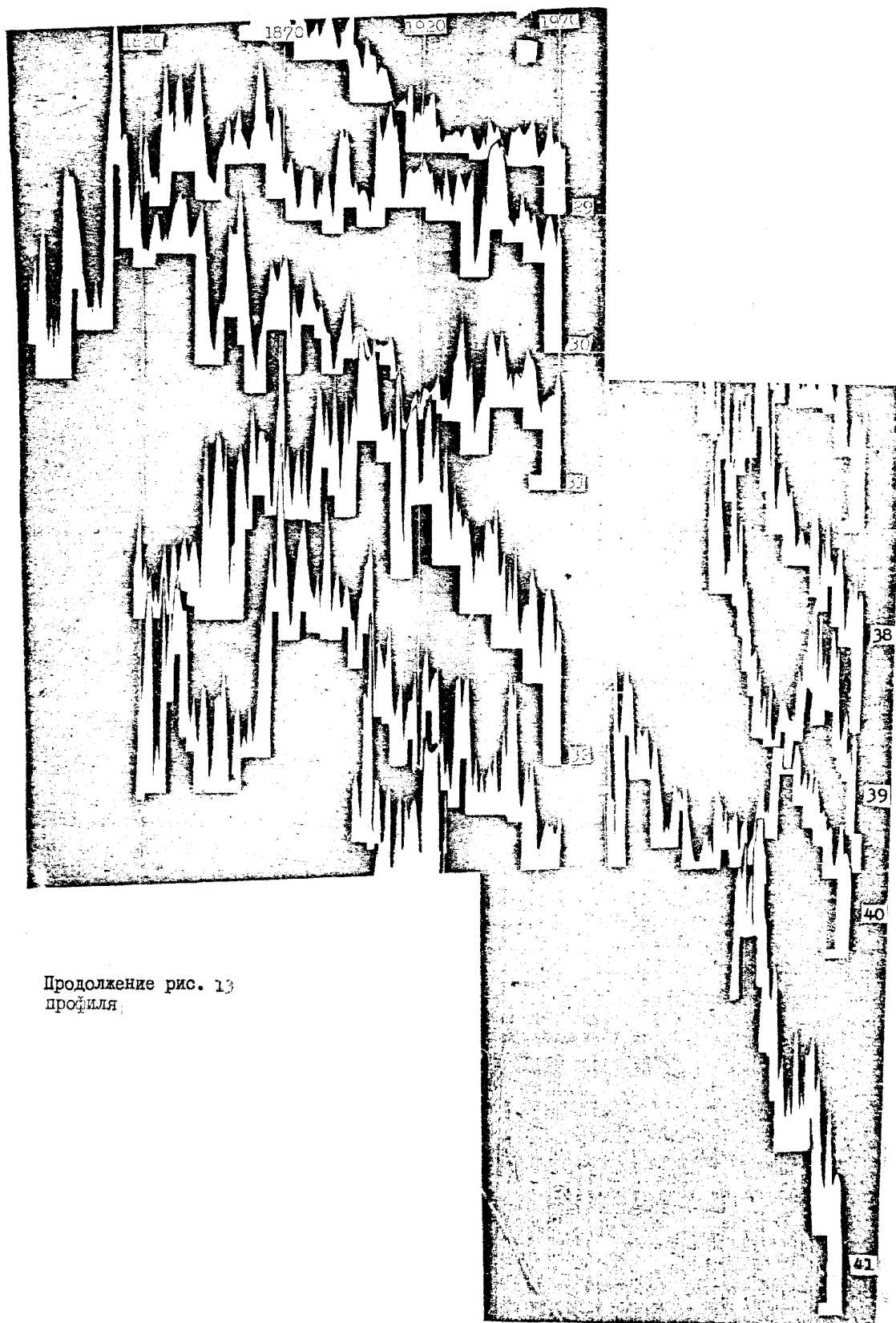


Рис. 11 Фрагменты дендрохронологического профиля Мурманск - Карпаты (Ширина годичных слоев). Числа к графикам - № пробных площадей (См. таблицу).



Продолжение рис.12
профиля



Продолжение рис. 13
профиля

**Пункты исследований (дендрошкалы) профиля
Мурманск - Карпаты**

Таблица I 5

№	Район исследований	Число использованных образцов древесины в шкале	Тип леса	Условия место-произрастаний	Протяженность шкалы (в годах)
1	Мурманская обл. Кольский лесхоз Мурмашиноское лесничество	86	Сосняк бруснично-черничный	A ₂ -A ₃	1971-1698 (273)
2	Мурманская обл. Кандалакшский лесхоз, Кандалакшское леснич.	61	Сосняк бруснично-черничный	A ₁ -B ₂	1971-1614 (357)
3	Карельская АССР, Чупинский лесхоз, Чупинское лесничество	13	Сосняк бруснично-черничный	A ₂ -3	1973-1648 (325)
4	Карельская АССР, Кестеньгский лесхоз, Тикшеозерское леснич.	10	Сосняк сфагно-вый		1973-1702 (271)
5	Карельская АССР, Кестеньгский лесхоз, Тикшеозерское леснич.	11	Сосняк бруснично-черничный	A ₂ -3	1973-1697 (276)
6	Карельская АССР, Кестеньгский лесхоз, Топозерское леснич.	72	Сосняк бруснично-черничный	A ₂ -3	1971-1695 (276)
7	Карельская АССР, Калевальский лесхоз, Ухтинское лесничество	13	Сосняк бруснично-черничный	A ₂ -3	1973-1684 (289)
8	Карельская АССР, Калевальский лесхоз, Ухтинское лесничество	13	Сосняк сфагно-вый		1973-1673 (300)
9	Карельская АССР, Кемский лесхоз, Охтинское лесничество	48	Сосняк чернично-брусничный	B ₂ -3	1971-1617 (354)
10	Карельская АССР, Сосновский лесхоз, Новоторское лесничество	70	Сосняк чернично-брусничный	B ₂	1971-1852 (119)
11	Карельская АССР, 20-ый км от Сегежи на Медвежьегорск	35	Сосняк чернично-брусничный	B ₂ -3	1969-1755 (214)
12	Карельская АССР, Поросозерский лесхоз, Совдозерское леснич. "Придорожная полоса"	25	Сосняк чернично-кисличник	B ₂ -3 -C ₂ -3	1968-1734 (234)
13	Карельская АССР, Суоярвский лесхоз, Лахтиколампи кр. II	20	Сосняк чернич-ник	B ₂	1968-1744 (234)
14	Карельская АССР, Суоярвский лесхоз, Лахтиколампи леснич. (переезд 60-го км)	10	Сосняк бруснично-черничный	B ₂	1967-1716 (251)
15	Карельская АССР, Кивачский запо-ведник	28	Сосняк чернично-брусничный	B ₂	1969-1823 (146)
16	Карельская АССР, Сяргы-Лахти Самосозера	16	Сосняк брус-ничник	B ₂	1968-1736 (232)
17	Карельская АССР, "Трофим наво-лок", окрестности Самосозера	20	Сосняк разно-травный	B ₂	1968-1720 (248)
18	Карельская АССР, 24-ый км от Петрозаводска (д. Половина)	36	Сосняк чернично-брусничный	B ₂ -3	1969-1813 (156)
19	Карельская АССР, 17 км от г. Олонец	43			1969-1862 (100)
20	Ленинградская обл., Волховский р-н, Новолодожское леснич., 6 км от Новой Ладоги	60			1969-1908 (61)
21	Новгородская обл., Новгородский р-н, сосновая роща "Перынь"	13	Сосняк разно-травный	B ₂ (C ₂)	1965-1860 (105)
22	Новгородская обл., Окуловский лесхоз, Окуловское лесничество	25	Сосняк чернично-брусничник	B ₂	1965-1820 (145)
23	Новгородская обл., Валдайский лесхоз, Валдайское лесничество	21	Сосняк чернично-кисличник	B ₂ -C ₂	1965-1791 (164)
24	Латв.ССР, Карсавский лесхоз, Карсавское лесничество	60	Сосняк чернично-брусничник	B ₂	1969-1891 (78)

1	2	3	4	5	6
25	Латв.ССР, Резекнинский лесхоз, Рушону леснич.	50	Сосняк чернич- но-брусничник	B ₂	1969-1862 (107)
26	Лит.ССР, Зарасайский лесхоз, Гражутес леснич.	308	Сосняк чернич- но-брусничник	B ₂	1961-1899 (62)
27	Лит.ССР, Швенчонельский лесхоз, Анталедское лесничество	487	Сосняк сфагно- вый	A ₅ -B ₅	1961-1859 (102)
28	Лит.ССР, Неменчинский лесхоз, Антавилю лесничество	96	Сосняк бруснич- ный	A ₂ -B ₂	1962-1899 (63)
29	Лит.ССР, Тракайский лесхоз, Стревос лесничество	43	Сосняк чернич- но-брусничник	B ₂	1961-1899 (62)
30	Лит.ССР, Варенский лесхоз, Глукас лесничество	135	Сосняк брус- ничник	A ₂ -B ₂	1961-1899 (62)
31	Лит.ССР, окрестности Каунаса	138	Сосняк чернич- но-брусничник	B ₂	1961-1806 (155)
32	Бел.ССР, Беловежский заповедник, Беловежская пуца	13	Сосняк чернич- но-кисличный	C ₂	1972-1774 (198)
33	Бел.ССР, Брестский лесхоз, Брестское лесничество	69	Сосняк бруснич- но-черничный	A ₂ -3	1972-1828 (143)
34	Украинская ССР, Ковальский лесхоз, Замшанское леснич.	75	Сосняк чернич- но-кисличный	C ₂	1971-1818 (153)
35	Бел.ССР, Барановичский произ.- показ. лесхоз, Леснянское леснич.	75	Сосняк бруснич- но-черничный	A ₂ -3	1971-1821 (150)
36	Бел.ССР, Пружанский лесхоз, Березовское лесничество	67	Сосняк бруснич- но-черничный	A ₂	1971-1780 (191)
37	Укр.ССР, Радеховский лесхоз, Бабицье лесничество	75	Сосняк чернич- но-кисличный	C ₂	1971-1821 (150)
38	Укр.ССР, Нестеровский лесхоз, Нестеровское лесничество	70	Сосняк чернич- ный	B ₂	1971-1895 (76)
39	Укр.ССР, Самборский лесхоз, Судовишнянское леснич.	73	Сосняк чернич- но-кисличный	C ₂	1971-1903 (68)
40	Украинская ССР, Жорнавский лесо- комбинат, Хостинское леснич.	37	Бучина	D ₃	1971-1852 (119)
41	Укр.ССР, Перечинский лесокомби- нат, Турье-Решетское леснич.	72	Сосняк чернич- ный	C ₂	1971-1913 (58)

Годичные индексы шкал будут опубликованы в книге "Дендрошкалы Советского Союза".

Другой более длинный дендрохронологический профиль, создаваемый сотрудниками лаборатории - Литва - Дальний Восток - закладывается между 55-50 параллелями и практически идет через жизненно-важные центры хозяйственной деятельности Советского Союза, на пути его находятся многие метеорологические станции, располагающие ценными рядами климатической информации. Его протяженность почти 10000 км. Участки между Литвой и Башкирией и некоторые пункты на Дальнем Востоке уже обследованы и заложены 34 пробные площади.

В менее крупных масштабах, но зато - массовый материал, был собран в Литовской ССР по сосне (*Pinus sylvestris* L.) Т. Битвинскасом, по дубу (*Quercus robur* L.) И. Кайрайтисом, и он представляет динамику прироста этих пород на всей территории республики.

Профильный метод имеет ряд преимуществ перед стихийным сбором дендрохронологических материалов. Во-первых, он выявляет закономерности изменчивости текущего прироста насаждений в определенном пространстве, помогает установить, имеет ли ритмика прироста определенных шкал узкий-локальный или широкий-пространственный характер. Помогает выявить районы и периоды времени, в которые происходят переломы или скольжения (запаздывание или ускорение ритмов), помогает определить периодичность ритмики для определенных районов и их постоянство во времени, повторяемость экстремумов прироста и с ними связанных явлений. Определять изменение влияния комплекса факторов как климатических, антропогенных, так и космических на жизнь и прирост древесных растений.

При изучении закономерностей прироста важно определять влияние явлений, имеющих крупные глобальные последствия и, наоборот, имеющих только локальное, для данного района характерное значение. В профиле Мурманск - Карпаты характерной чертой прироста сосны обыкновенной является заметное снижение ширины годичного кольца с юга на север. Если на юге кривая имеет характер резкого почти линейного падения, в середине профиля (Литва, Латвия) - спокойной параболы, то на севере влияние возраста почти незаметно и его явно перекрывают крупные климатические колебания. На вековом фоне дающие при 33-летнем скольжении получаем почти полное выравнивание возрастной кривой радиального прироста.

Вторая особенность радиального прироста - ритмичность - также меняет свой характер и, например, по данным спектрального анализа, проведенного аспиранткой А. Ступневой, на дендроматериалах профиля Мурманск - Карпаты определено, что если на Севере преобладают и во времени 20-22-летние (30-33-летние для болота) циклы, на середине профиля для болота 20-22-летние, то на юге они переходят в 11-15-летние циклы. Т. Битвинскасом было установлено

что связь между средней изменчивостью солнечной активности в 22-летних циклах (x) и средними амплитудами индексов прироста сосны в тех же 22-летних циклах (y) имеет линейный характер и может быть представлена уравнением (для сосняков чернично-брусничных, условия местопроизрастания B_2)

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

Имеющиеся данные позволили также проследить связь между изменчивостью годичных

колец сосны и солнечной активностью в Новгородской области и Карельской АССР [14]. Если связь прироста насаждений сосны с солнечной активностью в Новгородской области еще линейная, хотя и менее тесная ($r = 0,69 \pm 0,06$), то дендрохронологические данные в Карельской АССР такой связи с солнечной активностью не обнаруживают ($r = 0,19 \pm 0,03$).

В Мурманской области и на юге профиля (Закарпатской обл.) связь также сравнительно мала. Значит, линейная связь радиального прироста видимо в некоторой степени зависит и от периодичности (ритмики) радиального прироста насаждений, поскольку не случайно самая высокая связь изменчивости солнечной активности в числах Вольфа и прироста насаждений находится на широтах 50–60.

А. Ступнева, Т. Битвинскас

6.1. Динамика прироста сосны и спектральный анализ на различных участках профиля Мурманская обл. – Закарпатье

Для изучения ритмики прироста и его особенностей на различных участках профиля Мурманск – Карпаты был использован А. Ступневой спектральный анализ. Выявились пять групп пробных площадей (районов), характерных своими особенностями динамики радиального прироста.

Приступая к изучению закономерностей прироста древесины нужно, прежде всего, ясно себе представлять, какую информацию поставляет нам каждое дерево и что мы, со своей стороны, хотим от него узнать. Очевидно, что реакция различных деревьев на изменения микро- и макроусловий среды будет неодинаковой и это определяется физиологическими особенностями дерева.

В нашу задачу входит изучение особенностей прироста сосны, обусловленных воздействием внешних факторов, а именно, климатических и солнечных. В связи с этим предварительная обработка данных была направлена на ослабление частичное или полное индивидуального фактора роста и реакции. Индексы годичного прироста отвечают (в первом приближении) требованиям задачи.

Вычисление среднего значения и дисперсии показало, что ряды индексов стационарны по среднему и дисперсии. Статистические свойства стационарных рядов не изменяются со временем, поэтому их можно накопить и выявить с помощью вычисления корреляционной функции и автоспектра. Для прослеживания основных закономерностей в изменчивости прироста сосны при переходе от северных районов профиля к южным, объединим дендроряды в пять групп по пространственному фактору.

В первую группу входят самые северные пробные площади (№ 1, 3–10) Мурманской области и Северной Карелии. Наиболее характерным для всех спектров этой группы (исключая 5 и 8) является наличие большого максимума, соответствующего периодам 18–24 с большой концентрацией в точке 21,8 года, и появление небольших пиков в высокочастотной области ($T = 2,5; 3$ года). При увеличении разрешающей способности окна появляются небольшие пики $T \sim 10,4$ года (14,6) и $T \sim 6-8$ лет, а также выявляется низкочастотная составляющая в