

A 22

А. Н. Аким ССР Института ботаники

Изучение солнечной активности
Южной прибалтики в поздней части
ледникового при полевых дендрохронологиче-
ского и радиоуглеродного
методов

(заключительный отчет)

1975 год.

Академия Наук Литовской ССР Институт ботаники

Индекс УДК 581.522:634.948

№ гос. рег. Р 010792

Инвентарный № *5474391*



Директор Института ботаники

Янкевичюс
к.б.н., с.н.с. К.К. Янкевичюс
"20" февраля..... 1976 г.

ИЗУЧЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ЮЖНОЙ ПРИБАЛТИКИ
В ПОЗДНЕЙ ЧАСТИ ГОЛОЦЕНА ПРИ ПОМОЩИ
ДЕНДРОКЛИМАТОЛОГИЧЕСКОГО И РАДИОУГЛЕРОДНОГО
МЕТОДОВ
(Заключительный отчет)

7

Зам. директора по н. р.
д.б.н., проф.
"20" февраля 1976 г.

Меркис
А. Меркис

Заведующий сектором
к.б.н., с.н.с.
"20" февраля 1976 г.

Лекавичюс
А. Лекавичюс

Руководитель темы и отв.
исполнитель к.с/х.н., с.н.с.
"20" февраля 1976 г.

Т. Битвицнас
Т. Битвицнас

Вильнюс - 1975

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Балчюнас В.П., старший инженер (2.1.)

Битвинскас Т.Т., научный руководитель, с.н.с., к.с/х.н.

(1., 2., 4.)

Даукантас А.И., старший инженер (2.1.)

Жилюкене Ю., инженер (3.2.)

Кайрайтис И.И., м.н.с. (3.1.)

Карпавичюс И.А., аспирант (2.1.)

Малецкас Э.-А.П., старший инженер (2.1.)

Туркевичене М.В., инженер (2.1.)

Шулия К.С., с.н.с., к.г.н. (3.2.)

РЕФЕРАТ

Отчет составляет 45 стр. машинописи, 10 табл., 7 рис.,
II лит. назв.

В итоге проведенной трехлетней работы закончен дендрохронологический профиль Мурманская обл. – Литовская ССР – Закарпатье. Профиль основан 40 научно-исследовательскими пунктами заложенными 1960–1974 г.г. Установлена по этим данным связь с амплитудами солнечной активности. Установлены эти связи также в Западной Украине, БССР, Новгородской обл., в Южной Карелии и констатирован факт исчезновения этой связи в северной Карелии и Мурманской области. Построенная дендрохронологическая шкала сосны за 2100 лет по болотным местопроизрастаниям Жемайтии позволяет проследить за этот период влияния осадков и солнечной активности.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|--------|
| I. Введение | 5 стр. |
| 2. Результаты исследования | 6 " |
| 2.1. Результаты построения высоковозрастных дендрошкал | 12 " |
| 3. Методы сбора дендрохронологического материала и результаты радиоуглеродного датирования | 13 " |
| 3.1. Торфяное месторождение "Ужпялькю Тирялис" | 13 " |
| 3.2. Песчано-гравийные отложения пойменной террасы р. Вилия (Нерис) вблизи г. Сморгонь (БССР) | 14 " |
| 4. Заключение | 15 " |
| 5. Список литературы | 17 " |

I. ВВЕДЕНИЕ

Начало нашей работы положили исследования проведенные Т. Битвинскасом 1965 г. и изложены в его кандидатской диссертации 1965 г. По этому вопросу было опубликовано и ряд статей. После создания дендроклиматохронологической группы в Институте ботаники АН Лит. ССР работа была продолжена. Методика опубликованная в 1965 г. была усовершенствована, расширена и использована для других точек нашей страны (Новгородская обл., Южная Карелия). Полученные данные были опубликованы в отчете группы за 1971-1972 г.г. и в монографии Т.Т. Битвинскаса "Дендроклиматические исследования (Гидрометеиздат, 1974 г. стр. 118-131).

Кратко остановимся на достигнутом в это время:

1. Выявлена 22-летняя и одиннадцатилетняя цикличность радиального прироста сосны.
2. Различие цикличности в зависимости от условий местопроизрастаний.
3. Установлена линейная связь амплитуд радиального прироста сосны от амплитуд солнечной активности в 22-летних циклах. Констатировано, что наилучше эта связь выражена в Литовской ССР, уменьшается в Новгородской и является незначительной в Южной Карелии.

Ряд интересных результатов было получено при изучении закономерностей радиального прироста насаждений в отдельных фазах и циклах солнечной активности. Так, например, было установлено, что наибольшие амплитуды радиального прироста сосны в условиях окрестностей г. Каунас проявляются на свежих и болотных, и наименьшие - на влажных условиях местопроизрастания.

Была проведена оценка исследованных районов по категориям прогностической ценности в отдельных фазах солнечной активности

и установлены явные экстремальные отклонения в некоторых фазах солнечной активности и их особенности в отдельных климатических районах. После проведения дендрохронологического профиля Мурманская обл. - Литовская ССР - Закарпатская обл. появились новые возможности установить:

а) объективно ли существуют установленные закономерности в Литовской ССР и в соседних районах с ней на более широких пространствах и установить особенности изменчивости радиального прироста в обхваченных исследованиями районах;

б) сравнительная оценка существующих закономерностей и их прогностическая ценность;

в) возможности продления установленных закономерностей и связей в далекое прошлое;

г) использование установленных закономерностей в прогностических целях.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Попытка увязать солнечную активность с явлениями, в которые отражается в изменчивости радиального прироста насаждений, имеет свою достаточно аргументированную обоснованность. Основа, на которой построены наши расчеты, опирается на 9 22-летних циклов, то есть немногим более 200 лет. Это, конечно, недостаточно для уверенной статистической обработки данных, когда 22-летние циклы рассматриваем, как отдельные, физически единые единицы. Связь между амплитудами солнечной активности и радиальным приростом в 22-летних циклах проявляется не во всех районах одинаково. Например, по нашим расчетам оказалось, что та-

кая ценная по своей длине дендрошкала сосны остистой (*Pinus aristata*), имеющая длину 7100 лет такой связи, по нашей методике, непоказывает. Поэтому, более чем желательно, найти и другие методы, которые показали связь независимым путем. Такой путь существует. 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 за 1780–1838 г.г. Х.А. Арслановым, С.А. Румянцевым и др. [1] 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 сдвигов по фазе около 10 лет (рис. 2.1., рис. 2.2.).

В.А. Алексеев, А.К. Лаврухина и др. [2] на годичных кольцах секвой за 1880–1915 г.г. показали, что несмотря на некоторый разброс отдельных значения, видна тенденция к увеличению C^{14} в те годы, когда активность Солнца возрастает. Между изменениями C^{14} и числами солнечных пятен коэффициент корреляции (r) равен +0,57 (рис. 2.3.).

А.А. Семенцов, С.А. Румянцев, Е.Н. Романова и др. исполь-

зую три наши модели (L-I, K-I, K-3)^{*} исследовали с некоторыми перерывами с 1564 по 1712 г. датированные годовичные кольца, охватывающие два 80-летних периода. Здесь было установлено, что вариации содержания радиоуглерода следуют за изменением солнечной активности с запаздыванием минимума содержания C^{14} после максимума цикла ≤ 1 год [3].

В статье В.А. Дергачева и А.А. Санадзе [4] изложены результаты исследований выполненных по годовичным кольцам периода 1760-1850 г.г. Они повторяют вывод работы [1] 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 целом зависели от точности работы нашей группы, показывают, что изучение содержания радиоуглерода в годовичных 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 связи между амплитудами солнечной активности и амплитудами радиального прироста в 22-летних циклах.

Можно сказать доказанным, что установленные закономерности существуют за последние 200 лет - за последний, наиболее четко исследованный, период солнечной активности. Предполагая, что эти закономерности должны были существовать и в более ранние периоды, необходимо восстановить эти закономерности, их периодичность, уровень изменчивости и установить их прогностическую ценность.

Создаваемые дендрошкалы, видимо, будут иметь наибольшую ценность при их рассматривании в глобальном масштабе. организо-

^{*}Номера моделей

вать такие исследования предлагают американские исследователи (приезжавший в Институт ботаники АН Лит. ССР проф. Г. Фриттс из лаборатории Три-Ринг Аризонского у-та [5]). На юго-западе Североамериканского континента ими такие исследования уже проведены. В Советском Союзе первые дендрохронологические профили были проведены нами (профиль Мурманск - Литва - Ужгород) и свердловскими дендрохронологами (Север - Юг Урала). Начаты нами исследования по профилю Литовская ССР - Дальний Восток по 50-55 параллелям.

Проведенные дендрохронологические исследования до предела леса (Мурмашиновское лесничество Мурманской области) позволили проверить, насколько установленные закономерности в более южных широтах (50-60), проявляются на севере (65-70 параллелях).

Пофазное изучение изменчивости радиального прироста сосны (табл. 2.1., табл. 2.4.) показало, что от Мурманска до Сегежи в периоды падения солнечной активности ($\bar{a}\downarrow c$ и $\bar{b}\downarrow d$) он наиболее изменчив. Мало уступает по изменчивости прироста и участки повышения солнечной активности ($c\uparrow\bar{b}$ и $d\uparrow\bar{a}$). Наименьшей изменчивостью, как и следовало ожидать, отличались приросты сосны во фазах \bar{a} , c , d и особенно - \bar{b} (смотрите таблицы изменчивости радиального прироста в отдельных фазах солнечной активности в отчете 1974 года и табл. 2.9.). Подобная закономерность была установлена в Южной Карелии (Суоярви) и в Новгородской области [6] и отличалась особенностями в Литве (здесь фаза d - второй минимум солнечной активности особенно изменчива).

В методике изучения изменчивости радиального прироста в отдельных фазах нами были проведены и некоторые изменения. Была рассчитана не только высота амплитуды во фазах целом, но и рассчитана средняя годовичная изменчивость радиального прироста в этих же фазах (табл. 2.2., табл. 2.3.). Как и предполагали, средняя годовичная изменчивость в отдельных фазах различается не так уж сильно. Но характерно то, что с наименьшей изменчивостью отли-

чалась все-таки фаза \bar{b} - второй максимум солнечной активности.

Для прогностики изменчивости условий макросреды особенно ценным является установление трендов - направления изменчивости радиального прироста насаждений и их величины.

На Европейской части Севера, как показали данные нашего профиля, четко выделились фазы $\bar{a}\downarrow c$, \bar{b} , \bar{d} со знаком "плюс" и фазы \bar{a} , c , $c\uparrow b$ и $d\uparrow a$ со знаком "минус". Похожую картину получаем, если преобладание трендов выражаем в индексных процентах (рис. 2.4. и табл. 2.7., табл. 2.8.).

К сожалению, в более южных районах страны трудно найти высоковозрастные насаждения сосны и нами заложенные пробные площади были более коротких возрастов и охватывали от двух до 6-ти 22-летних периода. Поэтому пока нельзя во всех этих пунктах исследований достоверно установить линейность связи изменчивости радиального прироста с 22-летними циклами солнечной активности, хотя в более высоковозрастных насаждениях Западной Белоруссии и Западной Украины такая связь наблюдается. Как абсолютная ширина годовичных колец, так и амплитуда их изменчивости в южных районах выше на 25 %. Как и на севере, амплитуда изменчивости во фазах $c\uparrow b$, $b\downarrow d$, $d\uparrow a$ и особенно $a\uparrow c$ (37,6 %) выше, чем во фазах \bar{a} , c , \bar{d} и особенно - \bar{b} (15,3 %). Здесь и годовичные амплитуды радиального прироста подвергается сходным изменениям (на 17,5 % выше), меньшие изменения - во фазах минимумов и максимумов солнечной активности (рис. 2.5.).

С другой стороны тренды - направления изменчивости радиального прироста из года в году на Севере и Юге профиля идут как бы противофазно (табл. 2.9.). Исключение составляет только фаза \bar{d} - второй максимум 22-летнего цикла в котором и на Юге и на Севере преобладают тренды положительные. Сопоставление изменчивости трендов на Севере и Юге профиля выраженных количественными показателями (в индексных процента) дают следующую картину (табл.

2.10.). Как видим, в большинстве случаев этот метод дает более выразительные данные, особенно во фазах $\bar{a} \downarrow c$ и c .

И для "северных", и для "южных" данных было использовано по 10 исследовательских пунктов. О достоверности трендов можно судить по статистической повторяемости преобладающих трендов в отдельных фазах солнечной активности (табл. 2.II). Как видим по этим данным, с довольно большой достоверностью можно предсказать преобладание трендов приростов сосны для шести фаз на Севере и пяти - на Юге.* Конечно, для предсказания трендов в определенном году нужно хорошо представить себе и физико-экологическую основу изменений условий среды. Эту работу по данному профилю только начинаем и поэтому давать рекомендации по годичным прогнозам еще рано. Они будут дифференцированы для определенных широт и долгот.

Для удачного прогноза, по нашей методике необходимо иметь: достоверный прогноз солнечной активности по крайней мере на 10 лет, отлично знать об приростных явлениях во время прогнозируемых фаз солнечной активности, об экологических изменениях в различных в условиях местопроизрастаний, особенно различающихся по режиму влаги. Знать о современном состоянии насаждений определенных древесных пород и уровне радиального прироста. Иметь разработанные комплексные климатические показатели отражающие годичную динамику радиального прироста. Иметь представление об эпохе атмосферной циркуляции и космических факторов, влияющих на изменения в атмосферной циркуляции, математизировать и статистически обосновать установленные закономерности.

*Под "Севером" понимаем часть профиля Мурманск-Ужгород от Мурманска до Сегежи и под "Югом" - от Барановичей до Ужгорода. Результаты исследований по средней части профиля (Литва) даны в монографии "Дендроклиматологические исследования".

2.1. Результаты построения высоковозрастных дендрошквал

Радиоуглеродный метод определения возраста в последнее время стал использоваться в дендрохронологических исследованиях [6 и др.], которые, в свою очередь, широко используются в археологии, этнографии, климатологии, астрофизике, лесоводстве и в других науках. Известно, что для дендрохронологического метода большую ценность представляют высоковозрастные деревья и насаждения. Однако только в нескольких районах Земли найдены тысячетипные живые деревья (и тем более – насаждения), которые могут представить непрерывную поголичную информацию о бывших условиях среды. В южной Прибалтике возраст деревьев, которые можно использовать для составления дендрошквал, не превышают 250–350 лет. В следствие этого в дендроклиматохронологической лаборатории Института ботаники Академии наук Литовской ССР в настоящее время ведется работа по созданию высоковозрастных дендрошквал методом перекрестного датирования, используя следующие виды деревьев: 1) сосну обыкновенную (*Pinus silvestris* L.), 2) дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.).

3. МЕТОДЫ СБОРА ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА И РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОУГЛЕРОДНОГО ДАТИРОВАНИЯ

3.1. Торфяное месторождение "Ужпялькю Тирялис"

Торфяник "Ужпялькю Тирялис" расположен в северо-западной Литве (в Жемайтии), в Плунгском районе 3 км к северу от города Плателяй. Торфяник "Ужпялькю Тирялис" осушен открытыми канавами, середина торфяника, представленная слабо разложившимся сфагновым торфом, разработана до 1-2-метровой глубины. Крайние части торфяника (глубина - до двух метров) состоят из переходного высокой пнистости сосново-сфагнового торфа, в нижней части переходящего в древесно-осоковый и ольховый торф. Пни сосны - хорошей сохранности. Их длина достигает до 20-40 см, возраст - до 240 лет, в среднем - до 120 лет. Ширина годичных колец пней сосны имеют ярко выраженный, меняющийся во времени, ритмический характер. Последний, как свидетельствуют результаты изучения современных лесов [6], по-видимому, отражает динамику осадков.

В шурфах, в среднем, обнаружено по одному пню на два кубических метра торфа. Из 750 экземпляров пней отобранных в торфяном месторождении "Ужпялькю Тирялис", при помощи радиоуглеродного метода в Радиоуглеродной лаборатории Института Зоологии и ботаники Академии наук Эстонской ССР продатированны 23 (табл. 3.1.), отобранные в различных по глубине слоях торфа. Для получения радиоуглеродной даты было выделено от 10 до 109 годичных колец (чтобы вес взятых для анализа годичных колец был не менее 100-150 г. воздушно-сухой древесины). Остальные 727 образцы древесины проанализированы при помощи дендрохронологи-

ческого метода: построены графики ширины ранней, поздней и годичной древесины, а также рассчитаны годовые индексы для каждого образца древесины. Большинство измерений проведено по двум радиусам. Относительно небольшая часть древесных образцов является не пнями, а поваленными стволами, длина которых – до 2-х и более метров. В нижних (низинных) слоях торфа сохранность древесины (главным образом – ольхи черной) – плохая и для дендрохронологических исследований она является не годной.

На рис. 3.1., рис. 3.2. и показаны два основных шурфа, в которых был собран материал на двухметровой глубине. Длина и относительная ширина образцов древесины выражены относительно. Инвентарный № и число годичных слоев в образце показаны цифрами. Например: I232, I82 и $\frac{I382}{I70}$. Датированные древесные образцы радиоуглеродным методом отмечены черным цветом, а их относительные даты – с определенной погрешностью.

3.2. ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ

Р. ВИЛИЯ (НЕРИС) ВБЛИЗИ Г. СМОРГОНЬ (БССР)

Стволы дуба в отложениях р. Вилия (Нерис) вблизи г. Сморгонь (БССР) мешают работе гидронасосных агрегатов, извлекающих песок и гравий со дна реки из отложений пойменной террасы. Результаты радиоуглеродного датирования отдельных стволов дуба (древесина II-ти годичных слоев, воздушно-сухой вес которых равняется 200–300 г), выполненного в Радиоуглеродной лаборатории Института ботаники Академии наук Литовской ССР [7] представлены в табл. 3.2. Небезинтересно отметить, что ранее выполненные аналогичные исследования [8, 9] представляют фраг-

менты эволюции болот, продолжительность которых по данным дендрохронологического метода, равняется от 200 до 300 лет. Распределение датированных радиоуглеродным методом сморгоньских образцов дуба показаны в табл. 3.2.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В естественных природных условиях законсервированная древесина может стать очень ценным источником климатологической информации. В сфагновых болотах и в речных отложениях погребенная древесина, как правило, сохраняется удовлетворительно или даже очень хорошо. Торфяники содержат практически неисчерпаемые запасы информации. Шурфы торфяного месторождения "Ужпялькю Тирялис" глубиной в два метра представили информацию за 2100 лет. Датированные по радиоуглероду образцы (серии годичных колец) практически перекрываются на протяжении всего этого периода.

2. 16 образцов сморгоньских дубов, датированных при помощи радиоуглеродного метода, представили дендрохронологическую информацию за последние 6000 лет - от современности до 5700 лет т.н. Этот период радиоуглеродными датами перекрыт примерно на одну треть. Поскольку запас накопленных образцов сморгоньских дубов превышает 100 экземпляров, можно предположить, что дендрохронологически проанализированные, при помощи радиоуглеродного метода датированные и математически синхронизированные образцы будут служить для создания почти сплошной сверхдолгосрочной дендрошкалы.

3. Наш опыт показывает, что и в условиях средней и северо-

восточной Европы существуют реальные возможности создания сверхдолгосрочных дендрошкал. Погодичную информацию можно получить за весь послеледниковый период в районах, где существовала древесная растительность. О наличии сходных сморгонским песчано-гравийным карьерам объектов сообщались в печати (около реки Припять в БССР) и реки Дунай (в Австрии) [10, 11]. Торфяники, пригодные для дендрохронологических исследований, можно найти почти во всех странах средней и северной Европы. И уже теперь необходимо очень осторожно обращаться с поверхностным растительным покровом подходящих для исследований, то есть очень пнистыми торфяниками, сохраняя их для научно-исследовательских целей. Предполагаем, что дендрохронологическая информация будет иметь значительный вес при многолетних прогнозах изменчивости макро- и глобальных условий биосферы. Сохраненная древесина, служившая для построения сверхдолгосрочных дендрошкал, в будущем будет использована для полноценных и широких астрофизических и геофизических исследований, опираясь на количественные изменения в содержании C^{14} и прочих изотопных элементов в годичных кольцах.

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочаров Г.Е., Арсланов Х.А., Дергачев В.А., Румянцев С.А., Чернов С.Б., Гончаров В.Ф. Солнечная активность и концентрация C^{14} в древесных кольцах 1780–1838 г.г., измеренная на одноканальной сцинтилляционной установке со стабилизацией световым импульсом. В сб.: Труды пятого всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974, 19–38.
2. Алексеев В.А., Лаврухина А.К., Мильникова З.К., Смирнов И.В., Сулержицкий Л.Д. Солнечные космические лучи и вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли. В сб.: Труды пятого всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974, 39–46.
3. Кочаров Г.Е., Дергачев В.А., Семенов А.А., Румянцев С.А., Романова Е.Н., Маланова Н.С., Свеженцев Ю.С. Концентрация радиоуглерода в древесных кольцах 1564–1583, 1593–1615, 1688–1712 г.г. в сб. "Труды пятого всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974, 47–60.
4. Дергачев В.А., Санадзе А.А. Концентрация C^{14} в дендрохронологически датированных образцах. В сб.: Труды пятого всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1974, 63–71.
5. Summary of Proposals for International cooperation in the field of tree-ring research. International Workshop on dendroclimatology. Tucson, Arizona, 1974.
6. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. Гидрометеоздат, Л., 1974, 172 с.

7. Шулия К.С., Жилюкене Ю.А., Крневичус Р.И. Измерения концентрации естественного радиоуглерода и радиоуглеродное датирование в лаборатории Института ботаники Академии наук Литовской ССР, рукопись.
8. Huber B., Merz W., Jahrringchronologische Synchronisierung der jungstein-zeitlichen Siedlungen Thayngen-Weier und Burgaschisee - Süd und Südwest. Bern. Sond aus. Germania, 1963, 41, 1, S 1-9.
9. Munaut A.V. Etude paleoekologique d'un gisement tourbeux situe a Terneuzen (Pays-Bez.). Berichten von de Bijkdienst voor bet Ondheidkundig Bodemonderzoek, J. 17, 1967.
10. Матуковский П. Клад со дна реки. "Известия", 15 марта 1972 г.
11. Günther J. Auf der Spur verganglicher Katastrophen, "Grün". Das Gartenmagazin, 1972, Nr. 12, S. 24-29.

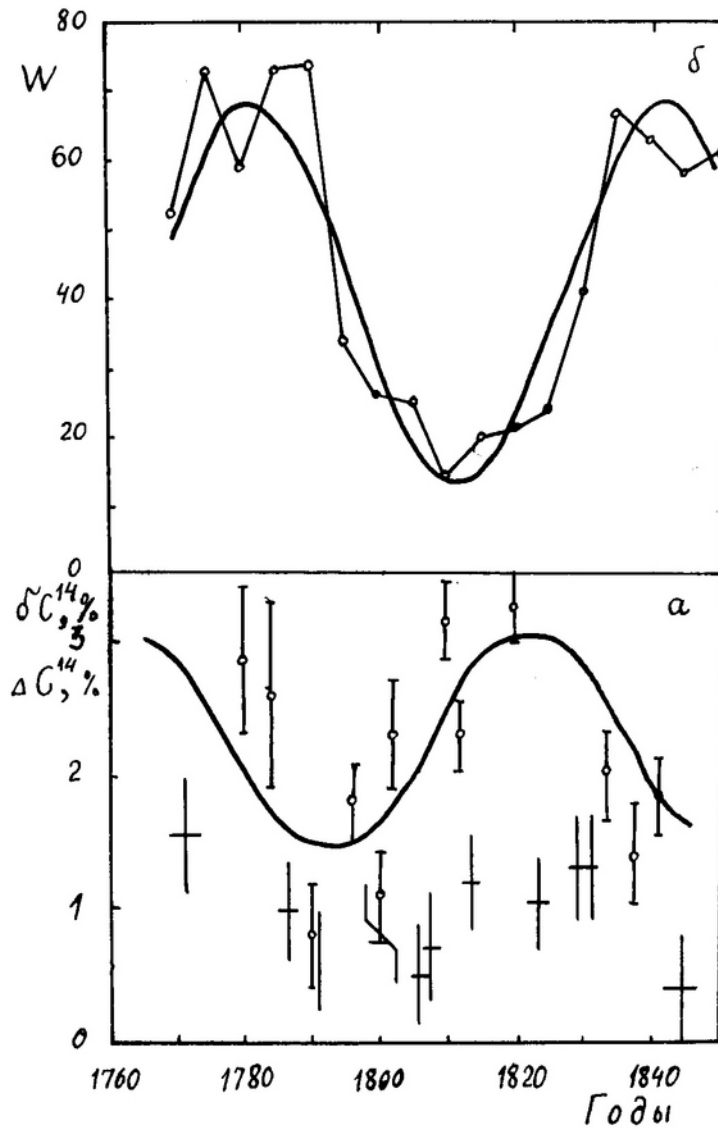


Рис. 2.1. Зависимость концентрации радиоуглерода от солнечной активности: а) зависимость концентрации радиоуглерода от времени; б) числа Вольфа для исследуемого промежутка времени (по работе [4])

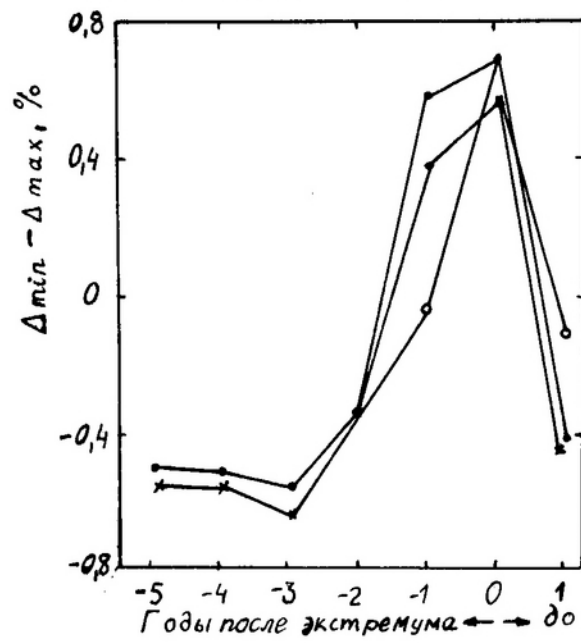


Рис. 2.2. Временной ход коэффициента корреляции между содержанием C^{14} и солнечной активностью (по работе [4])

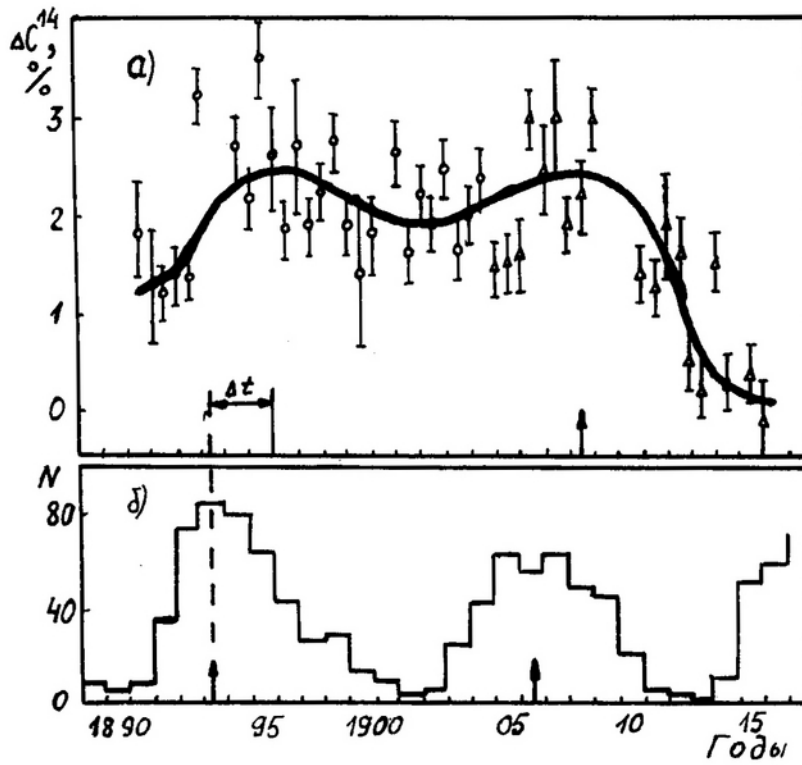


Рис. 2.3. Изменение C^{14} (а) и числа солнечных пятен (б) со временем. Стрелками отмечены максимумы приведенных зависимостей (по работе [1])

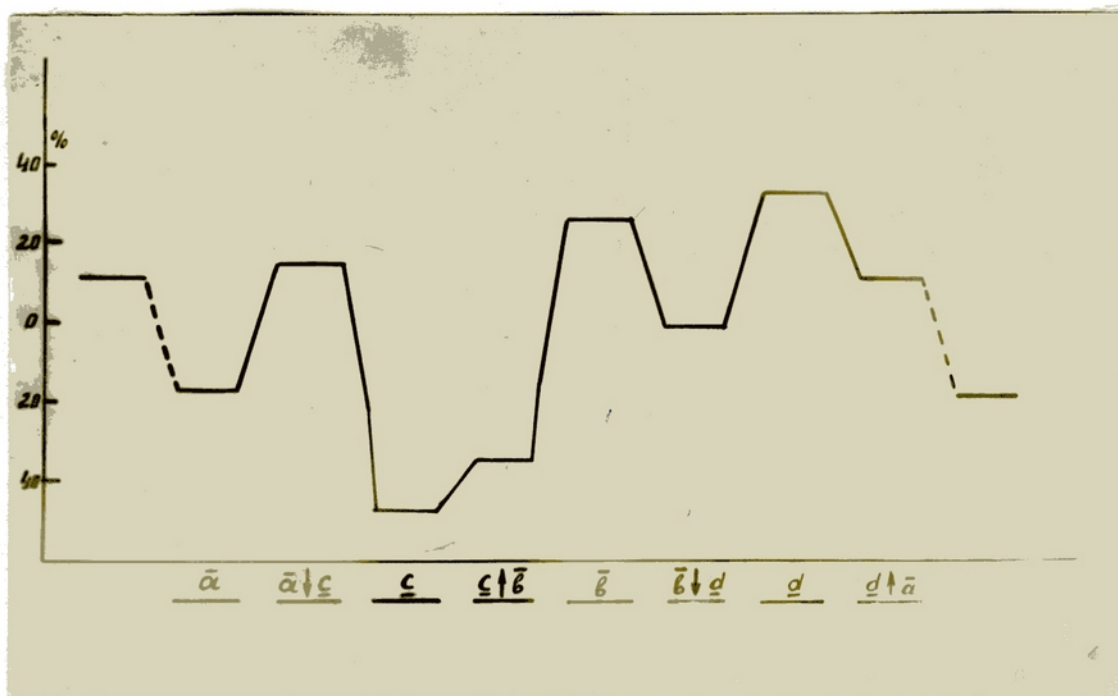


Рис. 2.4. Преобладающие тенденции (тренды) в % радиального прироста сосны в северных районах дендрохронологического профиля Мурманск - Закарпатье

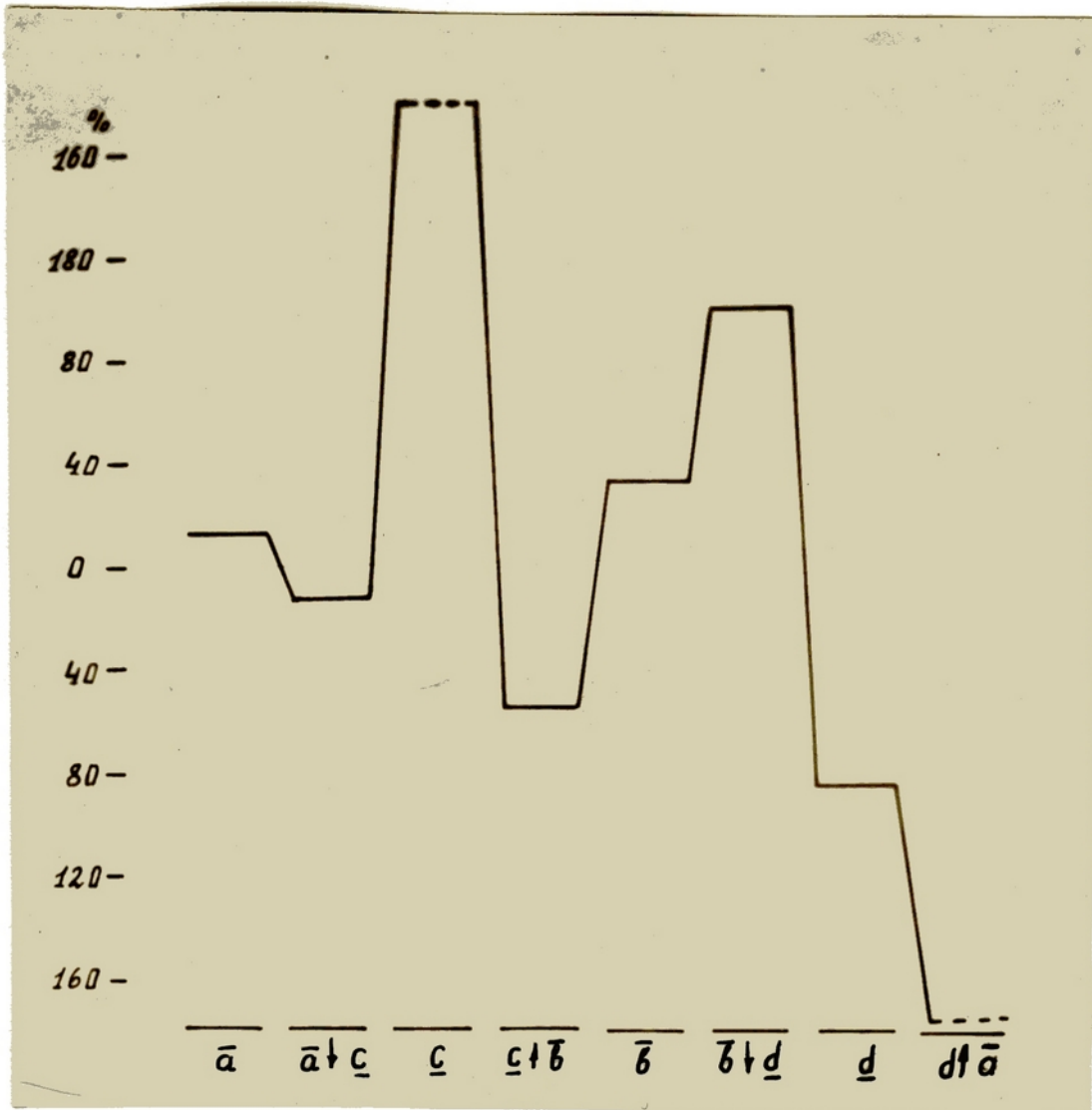


Рис. 2.5. Преобладающие тенденции (тренды) в % радиального прироста сосны в южных районах дендрохронологического профиля Мурманск - Закарпатье

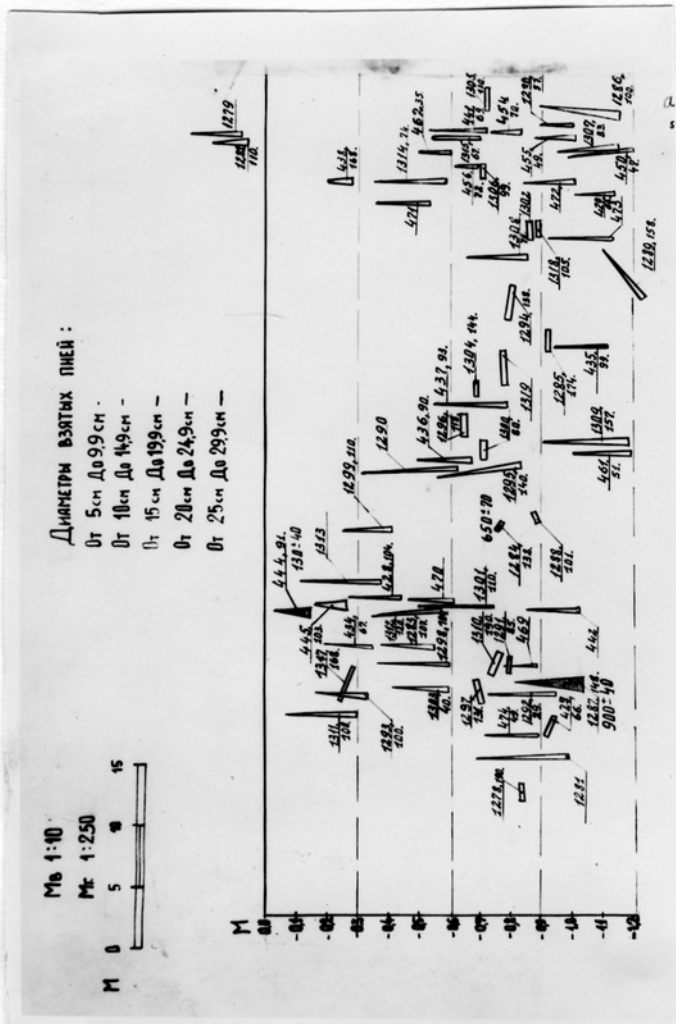


Рис. 3.1. Шурф № I, в торфянике "Ужлялько Тирялис" Плуунгского района Лит. ССР.
Первый метр торфяного слоя (от поверхности торфяника). Радиоуглеродным методом датированны образцы - черные

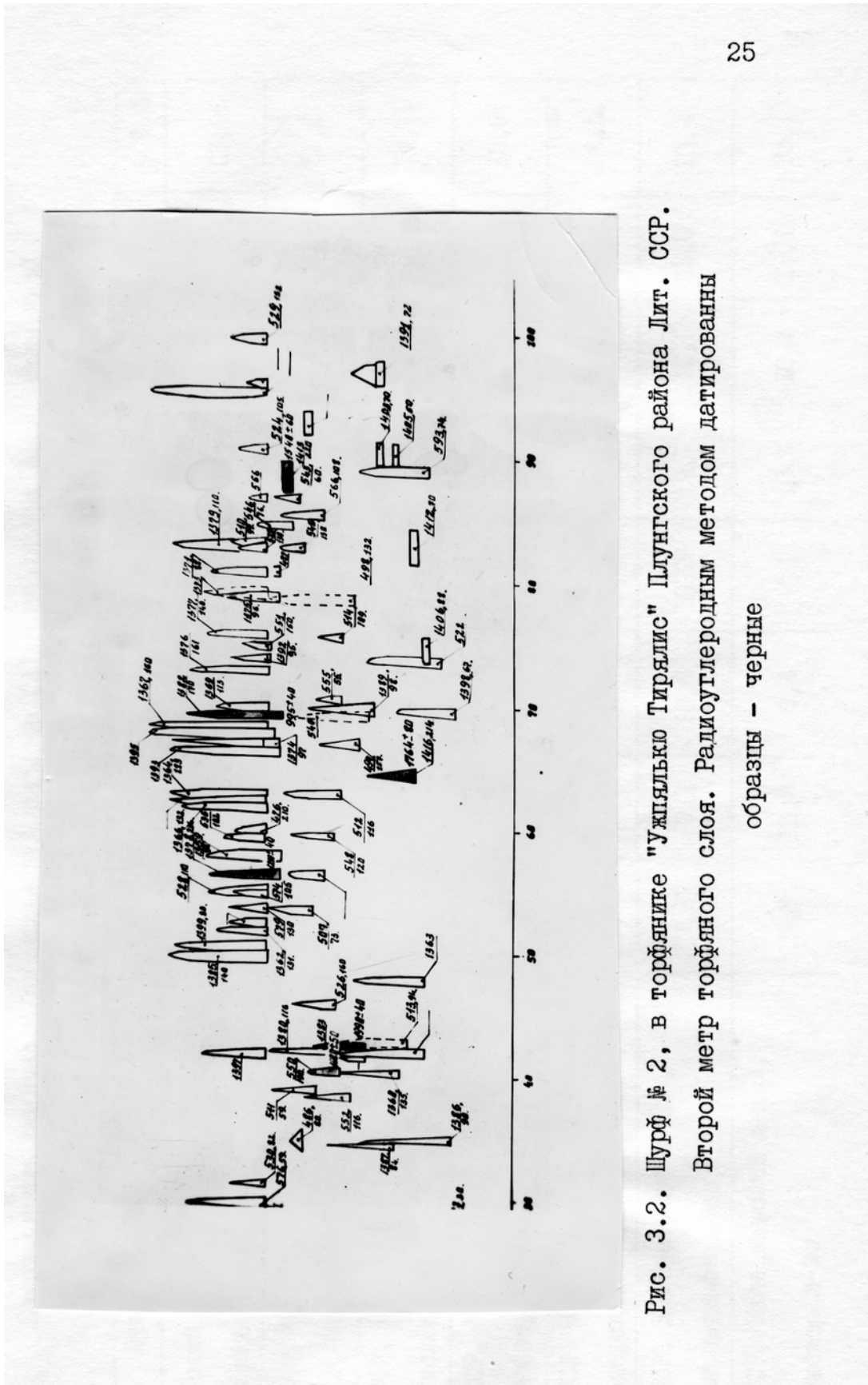


Рис. 3.2. Шурф № 2, в торфянике "Ужлялькю Тирялис" Плуңгского района Лит. ССР.

Второй метр торфяного слоя. Радиоуглеродным методом датированны образцы - черные

Таблица 2.2.

Изменчивость годовичного радиального прироста (А) в отдельных фазах солнечной активности на Севере Европейской части СССР

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \bar{c}$ | \bar{c} | $\bar{c} \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|---|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| Кольский п-ов, Кольский л-хоз, Мурманское л-во | 11,75 | 12,78 | 12,55 | 10,92 | 12,50 | 11,7 | 11,42 | 13,96 |
| Кольский п-ов, Кандалакшский л-хоз, Кандалакское л-во | 9,60 | 10,00 | 7,9 | 8,5 | 6,9 | 10,9 | 9,7 | 11,1 |
| КаАССР, Чупинский л-хоз, Чупинское л-во | 12,95 | 13,59 | 10,85 | 13,85 | 6,25 | 10,71 | 11,88 | 14,78 |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Тикшеозерское л-во | 8,4 | 12,8 | 11,4 | 9,9 | 8,5 | 10,6 | 10,7 | 12,8 |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Топозерское л-во | 12,5 | 7,9 | 9,1 | 9,9 | 8,9 | 9,0 | 7,7 | 14,5 |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Тикшеозерское л-во | 13,87 | 9,1 | 10,9 | 10,0 | 9,7 | 11,5 | 13,0 | 10,4 |
| КаАССР, Калевальский л-хоз, Ухтинское л-во | 15,8 | 10,8 | 9,4 | 9,4 | 10,4 | 10,4 | 11,1 | 13,4 |

Продолжение табл. 2.2.

| Пункт исследований | а | а↓с | с | с↑б | б | б↓д | д | д↑а |
|---|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| КаАССР, Калевальский л-хоз, Ухтинское л-во | 6,95 | 7,28 | 8,6 | 10,8 | 8,65 | 13,0 | 10,5 | 10,8 |
| КаАССР, Кемьский л-хоз, Охтинское л-во | 13,4 | 12,9 | 9,1 | 11,1 | 9,9 | 7,9 | 10,0 | 11,5 |
| КаАССР, 20-й км от Сегежн на Медвежгорск | 10,6 | 10,1 | 16,3 | 11,5 | 10,1 | 8,5 | 10,3 | 10,1 |
| Ср. А | 11,58 | 10,92 | 10,61 | 10,58 | 9,1 | 10,49 | 10,86 | 12,49 |
| Очередность величины А | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 | 7 | 4 | 1 |

Таблица 2.3.

Средние годовые амплитуды радиального прироста сосны в индексах в отдельных фазах
солнечной активности на западе Европейской части СССР

| Пункт исследований | $\bar{\alpha}$ | $\alpha \downarrow \xi$ | ξ | $\xi \uparrow \beta$ | β | $\beta \downarrow \delta$ | δ | $\delta \uparrow \bar{\alpha}$ |
|---|----------------|-------------------------|-------|----------------------|---------|---------------------------|----------|--------------------------------|
| Барановичский л-хоз, Леснянское л-во | 8,92 | 12,11 | 12,5 | 8,4 | 9,28 | 13,16 | 13,42 | 8,42 |
| Пружанский л-хоз, Березовское л-во | 14,0 | 15,83 | 17,66 | 12,4 | 11,77 | 11,7 | 13,93 | 11,28 |
| Беловежский заповедник, Беловежская пуша | 9,3 | 10,0 | 10,8 | 13,6 | 7,9 | 9,6 | 5,7 | 6,9 |
| Брестский л-хоз, Брестское л-во | 13,14 | 12,81 | 13,71 | 22,28 | 10,14 | 16,0 | 16,08 | 12,87 |
| Колевский л-хоз, Замшанское л-во | 16,28 | 17,54 | 18,85 | 8,33 | 17,78 | 17,64 | 21,07 | 19,11 |
| Радеховский л-хоз, Бабицье л-во | 14,71 | 13,32 | 10,14 | 6,24 | 12,5 | 15,38 | 16,35 | 15,42 |
| Нестеровский л-хоз, Нестеровское л-во | 4,3 | 11,5 | 12,9 | 9,1 | 14,4 | 19,8 | 13,8 | 12,0 |

Продолжение табл. 2.3.

| Пункт исследований | \bar{a} | $\sigma \downarrow \varepsilon$ | ε | $\varepsilon \uparrow b$ | b | $b \downarrow d$ | d | $d \uparrow \bar{a}$ |
|---|-----------|---------------------------------|---------------|--------------------------|------|------------------|-------|----------------------|
| Самборский л-хоз, Судовишнянское л-во | 7,2 | 16,5 | 11,3 | 11,3 | 13,5 | 15,5 | 13,7 | 10,5 |
| Жорнавский лесокOMBинат, Костинское л-во | 8,5 | 11,12 | 7,38 | 18,58 | 9,41 | 13,12 | 9,7 | 13,52 |
| Перечинский лесокOMBинат, Турье-Реветское л-во | 23,3 | 12,6 | 6,7 | 18,1 | 15,3 | 17,1 | 5,0 | 19,2 |
| Ср. А | 11,96 | 13,39 | 10,39 | 13,19 | 12,2 | 15,0 | 12,85 | 12,82 |
| Очередность величины А | 7 | 2 | 8 | 3 | 6 | 1 | 4 | 5 |

Таблица 2.5.

Преобладание определенных трендов (Т) в отдельных фазах солнечной активности
 выраженное через количественные показатели (индексные %) в западных районах
 Украины и Белоруссии в %

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \bar{c}$ | \bar{c} | $\bar{c} \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|---|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| Барановичский л-хоз, Лесинское л-во | 128- | 1- | 63+ | 11+ | 0 | 39- | 61- | 144+ |
| Пружанский л-хоз, Березовское л-во | 13+ | 7+ | 153+ | 181+ | 60- | 57+ | 45- | 23+ |
| Беловежский заповедник, Беловежская пуца | 1- | 32- | 327+ | 78- | 122- | 20+ | 19+ | 74+ |
| Брестский л-хоз, Брестское л-во | 19- | 116- | 50+ | 72- | 3- | 2- | 1+ | 98- |
| Ковельский л-хоз, Замшанское л-во | 131- | 1+ | 75+ | 50- | 0 | 3- | 41+ | 1+ |
| Радеховский л-хоз, Бабичье л-во | 123+ | 62- | 29+ | 32- | 143- | 39+ | 232+ | 136- |
| Нестеровский л-хоз, Нестеровское л-во | 88+ | 157- | 820+ | 10+ | 110- | 15- | 213+ | 68- |

Продолжение табл. 2.5.

| Пункт исследований | ā | а ↓ с | с | с ↑ б | б | б ↓ д | д | д ↑ ā |
|---|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Самборский л-хоз, Судовишнянское л-во | 190+ | 51- | 41+ | 11- | 56- | 8+ | 10+ | 137+ |
| Жорнавский лесокOMBинат, Костинское л-во | 29- | 86- | 7- | 78+ | 220- | 50+ | 74- | 17- |
| Перечинский лесокOMBинат, Турье-Реметское л-во | 22- | 418- | 920+ | 29- | 4- | 28+ | 37+ | 66+ |
| Преобладание тренда в % | 8,4+ | 91,6- | 246,8+ | 1+ | 71,8+ | 17,1+ | 37,3+ | 12,6+ |
| Статистическая изменчивость тренда | + | 2 | 9 | 4 | 0 | 5 | 7 | 6 |
| | - | 8 | 1 | 6 | 8 | 4 | 3 | 4 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |

Таблица 2.6.

Преобладание определенных трендов (Т) в отдельных фазах солнечной активности в северо-западных районах Европейской части СССР в %

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \zeta$ | ζ | $\zeta \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|--|-----------|----------------------------|---------|--------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| Кольский п-ов, Кольский л-хоз, Мурманское л-во | 23+ | 18- | 25- | 27- | 10+ | 11+ | 17+ | 14+ |
| Кольский п-ов, Кандалакшский л-хоз, Кандалакшское л-во | 11- | 27+ | 226- | 18- | 12+ | 0 | 42+ | 8- |
| КаАССР, Чупинский л-хоз, Чупинское л-во | 11- | 5- | 25- | 50- | 71+ | 5+ | 0 | 77- |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Тикшеозерское л-во | 37- | 27+ | 37- | 55- | 11+ | 42- | 140+ | 44- |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Топозерское л-во | 11- | 60+ | 142- | 60- | 11+ | 6- | 100+ | 8- |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Тикшеозерское л-во | 0 | 27- | 11+ | 0 | 22+ | 11+ | 83+ | 16+ |
| КаАССР, Калевальский л-хоз, Ухтинское л-во | 11- | 38+ | 37- | 66- | 83+ | 57+ | 12+ | 0 |

Продолжение табл. 2.6.

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \bar{c}$ | \bar{c} | $\bar{c} \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|--|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| КаАССР, Калевальский л-хоз, Ухтинское л-во | 42- | 22+ | 25+ | 0 | 11- | 25+ | 12+ | 4- |
| КаАССР, Кемьский л-хоз, Охтинское л-во | 73- | 19+ | 67- | 15- | 28+ | 21- | 33+ | 4- |
| КаАССР, 20-ый км от Сегежн на Медвежьегорск | 0 | 10+ | 50- | 55- | 25+ | 42- | 12- | 20+ |
| Преобладание тренда в % | 17,3- | 15,3+ | 47,3- | 34,6- | 27,3+ | 0 | 33,7+ | 11,8- |
| Статистическая изменчивость тренда | + | 7 | 2 | 0 | 9 | 5 | 8 | 3 |
| | - | 7 | 8 | 9 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 2.7.
 Преобладание определенных трендов (Т) в отдельных фазах солнечной активности в
 западных районах Украины и Белоруссии в %

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \bar{c}$ | \bar{c} | $\bar{c} \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|--|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| Кольский п-ов, Кольский л-хоз, Мурманское л-во | 28+ | 24- | 110+ | 69+ | 4- | 7+ | 435+ | 29+ |
| Кольский п-ов, Кандалакшский л-хоз, Кандалакское л-во | 10- | 7- | 417- | 48- | 4+ | 1+ | 258+ | 4+ |
| КаАССР, Чупинский л-хоз, Чупинское л-во | 15- | 0 | 27- | 25- | 4+ | 6+ | 39+ | 4+ |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Тикшеозерское л-во | 47- | 38+ | 53- | 229- | 48+ | 16- | 183+ | 72- |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Толозерское л-во | 82- | 55+ | 170- | 57- | 69+ | 30+ | 45+ | 9+ |
| КаАССР, Кестенгский л-хоз, Тикшеозерское л-во | 13- | 22- | 5+ | 29+ | 54+ | 14+ | 23+ | 2- |
| КаАССР, Калевальский л-хоз, Ухтинское л-во | 10- | 22+ | 62- | 85- | 328+ | 6- | 6- | 46+ |

Продолжение табл. 2.7.

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \zeta$ | ζ | $\zeta \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|---|-----------|----------------------------|---------|--------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| КаАССР, Калевальский л-хоз, Ухтинское л-во | 136- | 3+ | 9- | 12- | 27+ | 13+ | 27- | 24- |
| КаАССР, Кемьский л-хоз, Охтинское л-во | 71- | 40+ | 116- | 33- | 75+ | 13+ | 87+ | 25+ |
| КаАССР, 20-ый км от Сегежи на Медвежгорск | 78- | 7- | 24- | 23+ | 9- | 12+ | 24- | 56+ |
| Преобладание тренда в % | 33,4- | 9,8+ | 87,8- | 51,7- | 59,6+ | 7,4+ | 101,3+ | 6,5+ |
| Статистическая изменчивость тренда | + | 5 | 2 | 2 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| | - | 4 | 8 | 8 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 2.8.

Преобладание определенных трендов (Т) в отдельных фазах солнечной активности в западных районах Европейской части СССР в %

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \bar{c}$ | \bar{c} | $\bar{c} \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|---|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| Леснянское л-во, Барановичский л-хоз | 16+ | 30+ | 33+ | 0 | 33+ | 33+ | 33- | 10- |
| Березовское л-во, Пружанский л-хоз | 175+ | 6+ | 100+ | 27- | 12- | 58+ | 28+ | 20+ |
| Беловежский заповедник, Беловежская пуца | 66+ | 23- | 57+ | 18+ | 42- | 35+ | 12+ | 27+ |
| Брестский л-хоз, Брестское л-во | 60- | 7+ | 233+ | 25- | 80- | 75+ | 20+ | 175+ |
| Ковельский л-хоз, Замшанское л-во | 16+ | 6+ | 0 | 25- | 16- | 16+ | 33+ | 33- |
| Радеховский л-хоз, Бабицье л-во | 150+ | 7- | 150+ | 25- | 33- | 10+ | 150+ | 10+ |
| Нестеровский л-хоз Нестеровское л-во | 100+ | 57- | 150+ | 166+ | 66- | 20+ | 150+ | 33- |

Продолжение табл. 2,8.

| Пункт исследований | \bar{a} | $\bar{a} \downarrow \underline{c}$ | \underline{c} | $\underline{c} \uparrow \bar{b}$ | \bar{b} | $\bar{b} \downarrow \bar{d}$ | \bar{d} | $\bar{d} \uparrow \bar{a}$ |
|----------------------------|-----------|------------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| Самборский л-хоз, | 0 | 60- | 100+ | 33+ | 150- | 50+ | 100+ | 100+ |
| Судовишнянское л-во | | | | | | | | |
| Жорнавский лесокOMBинат, | 25+ | 20- | 25- | 42+ | 166- | 71+ | 50- | 20- |
| Костинское л-во | | | | | | | | |
| Перечинский лесокOMBинат, | 0 | 233- | 400+ | 33- | 0 | 33- | 100+ | 33+ |
| Турье-Реметское л-во | | | | | | | | |
| Преобладание тренда в % | 54,8+ | 35,1- | 119,8+ | 12,4+ | 53,2- | 33,5+ | 51,0+ | 26,9+ |
| Статистическая | 7 | 4 | 8 | 4 | 1 | 9 | 8 | 6 |
| изменчивость | 1 | 6 | 1 | 5 | 8 | 1 | 2 | 4 |
| тренда | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 3.1.

Радиоуглеродные даты древесины болотной сосны

| Инвентарный № образца | Глубина взятия образца мм | Число годич- ных колец в образце | Датированные годовые кольца | Радиоуглеродная дата (считая от 1950 г.н.э.) |
|--------------------------|------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| 1282 | 010 | 110 | 67-110 | современный |
| 444 | 0132 | 91 | 48-67 | ТА-760 130±40 |
| 1278 | 0832 | 190 | 161-190 | ТА-658 450±40 |
| 1284 | 0774 | 132 | 66-75 | ТА-630 650±70 |
| 1285 | 0932 | 174 | 110-129 | ТА-757 760±40 |
| 1321 | 1252 | 170 | 146-155 | ТА-584 830±80 |
| 1226 | 1132 | 177 | 131-140 | ТА-529 860±80 |
| 1287 | 1022 | 148 | 31-40 | ТА-543 900±40 |
| 1382 | 1568 | 170 | 75-104 | ТА-763 995±40 |
| 1232 | 0922 | 182 | 154-163 | ТА-545 1040±40 |
| 1378 | 1672 | 236 | 129-138 | ТА-546 1210±40 |
| 1273 | 1462 | 223 | 48-57 | ТА-544 1295±40 |

Продолжение табл. 3.1.

| Инвентарный № образца | Глубина взятия образца мм | Число годич- ных колец в образце | Датированные годовые кольца | Радиоуглеродная дата (считая от 1950 г.н.э.) |
|--------------------------|------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| 551 | 1612 | 150 | 61-150 | ТА-765 1450±70 |
| 1413/553 | 1269 | 220 | 56-157 | ТА-762 1540±60 |
| 484 | 1584 | 170 | 115-134 | ТА-761 1610±50 |
| 1352/550 | 1852 | 190 | 116-165 | ТА-764 1680±50 |
| 1416 | 1772 | 214 | 143-152 | ТА-631 1764±80 |
| 1383 | 2162 | 120 | 24-53 | ТА-767 1950±60 |
| 1372 | 2144 | 123 | 97-106 | ТА-585 1980±40 |
| 1384 | 1894 | 109 | 62-71 | ТА-586 1990±40 |
| 1401 | 2484 | 145 | 63-72 | ТА-542 2050±50 |
| 1365/303 | 2401 | 120 | 83-102 | ТА-766 2080±70 |
| 1396/556 | 2014 | 126 | 71-105 | ТА-768 2090±50 |