

Т.Т.Битвинскас

РАЗРАБОТКА ОСНОВ ДЕНДРОКЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛИТОВСКОЙ ССР

1.0. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1. Актуальность темы. Радиальный прирост древесных растений и древостоев является одним из основных показателей изменчивости экологических условий их произрастания, он также отражает характер состояния окружающей среды более обширных территорий. Ценность этих сведений велика с связи с тем, что с помощью погодичной информации есть возможность восстановить прошлые условия роста деревьев за несколько сотен и даже тысяч лет и, на основе выявленных закономерностей их изменчивости, прогнозировать состояние среды на ближайшие десятилетия.

В настоящее время изучение погодичной и многолетней изменчивости климата и биосферы под влиянием природных факторов и антропогенных воздействий является задачей первостепенной важности. Так в "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года" указано, что "... изучение строения, состава и эволюции Земли, биосферы, климата ... с целью рационального использования их ресурсов, совершенствования методов прогнозирования погоды и других явлений природы, повышения эффективности мероприятий в области охраны окружающей среды, развития экологии", является одной из важнейших проблем в области природоведения.

До сих пор большинство исследователей специализировались и использовали серии изменчивости годичных колец или для датировки изучаемых объектов (направление дендрохронологии) или для расшифровки климатических факторов (дендроклиматология). Автор развивал многоцелевое научное направление использования годичных колец как для датировки объектов (годичных колец, старых зданий, археологических находок), так и для применения этих же объектов для изучения экологических условий формирования годичных колец и связанными с этим направлением работ в науке и в практике. Это комплексное направление получило по предложению автора название "дендроклиматохронология".

За последние годы направление получило широкое признание и научная информация, представленная автором и им руководимым коллективом (дендроклиматохронологической лабораторией и-та ботаники АН Лит.ССР) в тесном сотрудничестве с другими исследователями Литвы и учеными других республик, уже были полезны многим ученым работающим в смежных научных дисциплинах.

Дендроклиматохронологическое направление исследований, опираясь на стыках лесоведения, лесной таксации, математики, климатологии, гелиогеофизики, не теряет свое лесоводственно-экологического начала.

1.2. Задачи исследования. Необходимость разработки теоретических основ дендроклиматохронологии и запросы ведения народного хозяйства на уровне современных достижений науки и техники выдвинули перед нами следующие задачи: а) Создать для различных целей науки и практики комплексную методику использования рядов годовых колец, пригодную для широких пространственно-временных экологических исследований, об спечивающей как точную датировку годовых колец и изучаемых объектов, так и расшифровку комплексов условий, определяющих изменчивость их ширины; б) Выявить закономерности изменчивости прироста деревьев хвойных и лиственных пород с гидрометеорологическими условиями в Литовской ССР и в некоторых других районах СССР; в) Определить возможности использования индикационной ценности информации в годовых кольцах для оценки бывших природных процессов и антропогенных воздействий; г) Изучить пространственную и временную изменчивость прироста древостоев сосны и других древесных пород с целью определения их изменений в ближайшем будущем Литовской ССР; д) Обобщить информацию по приросту годовых колец деревьев в ряде районов территории СССР для выявления изменчивости климата в прошлом.

1.3. Объекты исследований. В работе использованы спилы и керны (цилиндрики) древесины, взятые у растущих деревьев стволов, из построек и ископаемых образцов.

Основной материал получен (см. таблицу I) в сосновых и дубовых лесах на территории Литовской ССР (156 пр.пл.), а также в сосновых лесах по профилю Мурманск-Карпаты (44 пр.пл.). Также была использована древесина сосны в торфяных залежах, стволы дуба в речных залежах, керны и спилы из деревянных памятников истории и культуры, жилых домов и т.п.

К обработке привлекались также образцы высоковозрастных моделей ели обыкновенной и восточной, лиственницы европейской и сибирской, черной ольхи и других пород, привезенных с различных районов страны сотрудниками руководимой автором лаборатории.

Использован также обширный материал наблюдений сетевых метеорологических и актинометрических станций, данные каталогов циркуляции атмосферы, геомагнитной и солнечной активности и другие сведения, опубликованные в печати. Данные радиоуглеродных лабораторий сотрудничающих с ДХХЛ ИБ АН Лит.ССР.

1.4. Научная новизна работы. Разработаны методические основы дендроклиматохронологических исследований.

Осуществлен ретроспективный анализ временной и пространственной изменчивости прироста сосновых и дубовых лесов Литовской ССР и в сопредельных республиках территорий.

Установлено влияние изменений гидрометеорологических условий на лесные массивы в различных экотопах и это выражено в комплексных климатических показателях.

Заложены методические основы получения точно датированной древесины для выявления изменений естественной радиоактивности по содержанию  $^{14}\text{C}$  в годовых кольцах деревьев при разработке проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод".

Впервые радиоуглеродным и перекрестным датированием получено тысячелетние ряды годовых колец по сосне из торфяных залежей (торфяник Ужелю Тирялис) и по дубу с песчаногравийных карьеров речных отложений р.Немис.

1.5. Практическая ценность. Предложенная методика обработки дендроклиматохронологической информации позволила обеспечить построение сводных и обобщенных серий годовых колец



деревьев по материалам сосновых и дубовых лесов и другим породам деревьев Литовской ССР. Теоретические положения впервые применены в процессе инвентаризации текущего прироста 1960-1962 гг. лесов Литовской ССР, далее были использованы специалистами научных учреждений и учебных заведений страны при выполнении научно-исследовательских работ, в двух последующих десятилетиях.

Серии годовых колец, полученные автором лично и в соавторстве, послужили материалом и отправными положениями при решении научных и прикладных задач в экологии древесных растений, в лесоводстве, мелиорации лесов, в физической географии, гидрометеорологии и астрофизике.

Выявленные временные и пространственные особенности изменчивости в лесных экосистемах, под влиянием природных и антропогенных факторов, использовались для прогнозирования их развития в ближайшие десятилетия в лесах Литовской ССР и периодически публиковались в печати (Т.Т.Битвинскас, 1965, 1967, 1974) и в научных отчетах (1972, 1975, 1978, 1981).

Материалы исследований послужили основой для разработки Литовским "Леспроектом" оценок текущего прироста лесов республики и разработки методики для определения состояния лесов с использованием дендроклиматохронологического метода. Были применены в практике методики и предложения автора (Т.Т.Битвинскас 1965-1974 гг.), для определения эффективности лесохозяйственных мероприятий и влияния других факторов на текущий прирост с помощью дендроклиматологического метода.

Выявлена ритмичность природных условий, позволяющих определить направленность изменений биологической продуктивности лесов в различных экотонах в Литовской ССР и в смежных регионах.

Методические разработки и опубликованные материалы натурных измерений послужили прототипом для целого ряда специалистов, занимающихся изучением экологии лесов в СССР. И.О. Внeдрeннe. Теоретические положения и методические разработки, выполненные автором, использованы при подготовке монографических работ: В.Антанайтиса (1969), А.А.Молчанова (1976), Б.А.Колчина и Н.В.Черных (1977), Н.В.Ловелиуса (1979), а также в коллективных монографиях: "Условия среды и радиальный прирост деревьев", Каунас, 1978; "Дендроклиматологические шкалы Советского Союза", Каунас, ч.1, 1979; - ч.2, 1981.

Результаты исследований вошли в технические отчеты Литовской лесостроительной конторы "Леспроект" (1959-1962 г.), Литовского научно-исследовательского института лесного хозяйства (1966-1967гг.) и Института ботаники АН Литовской ССР (с 1968 года и по настоящее время), выросшие в практические рекомендации по дендроклиматологическим исследованиям в лесном хозяйстве.

Опыт дендроклиматологических исследований, обобщенный в монографии (Битвинскас, 1974, 172 стр.) используется отечественными и зарубежными специалистами (Н.М.Борщева, Г.Б.Гортинский, Г.Е.Комин, К.В. Краснобаева, Н.В.Ловелиус, А.Ляэнелайд, В.В.Мазинг, А.А.Молчанов, К.Д.Мухамедшин, Е.В.Дмитриева, Л.Г.Полозова, М.И.Розанов, А.И.Тарасов, В.И.Турманина, С.Г.Шиятов, Г.Фриттс, Д.Экштейн, З.Беднаж, Х.Шмидт и многие другие).

Материалы датированной древесины используются радиоуглеродными лабораториями СССР при определении содержания  $^{14}\text{C}$  в годичных кольцах великовозрастных деревьев и разработке проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод", результаты которой предложены в сборниках совещаний по проблеме: "Астрофизические явления и радиоуглерод", 1969, 1970, 1974, 1976 "Пространственные изменения климата и годичные кольца деревьев", 1981 г. и др.

1.7. Обоснованность и достоверность. Основные результаты исследований получены на массовых, статистически обоснованных материалах собственных сборов в специализированных экспедициях в период с 1953 по 1980 годы и частично в соавторстве со сотрудниками ДНХ лаборатории института ботаники АН Литовской ССР.

Данные измерений годичных колец подвергались тщательному анализу при построении сводных серий по местопроизрастаниям, типам леса и обобщенных – по древесным породам. Во всех случаях обязательным условием было получение достаточного количества учетных деревьев на пробных площадях с последующей статистической обработкой.

Для определения пригодности тех или иных серий годичных слоев, для включения в сводную, использовался коэффициент чувствительности деревьев, процент сходства (Сх), реперные годы (спектры изменчивости годичных колец) и другие математические приемы.

Выявление ритмичности прироста деревьев и факторов среды проводилось по специальным алгоритмам, разработанным для ЭВМ БЭСМ-4, БЭСМ-6, Наир-3; с их помощью проводились расчеты корреляции между рядами годичных колец и оценивались связи с метеорологическими показателями.

1.8.1. Апробация работы. Результаты исследований докладывались: на Конференции преподавателей Литовской сельскохозяйственной академии (Каунас, 1962); на Всесоюзных совещаниях по проблемам дендрохронологии и дендроклиматологии (Вильнюс, 1968; Каунас, 1972, Архангельск, 1978); на Всесоюзных совещаниях по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", (Москва, 1966, Тарту, 1968; Вильнюс, 1970; Тбилиси, 1969, 1974, 1976, 1982; Уральск, 1981); на Всесоюзной конференции по итогам МГСС (Москва, 1968); на Всесоюзной конференции по вопросам древесного прироста в лесоустройстве (Каунас, 1967); на Всесоюзном совещании по проблеме "Солнце-биосфера", (Одесса, 1969); на Международном совещании по использованию удобрений в лесном хозяйстве (Прага, 1969); на XII Международном Ботаническом Конгрессе (Ленинград, 1975); на XIII конференции – экспедиции ботаников Прибалтики (Каунас, 1976); на конференции по вопросам индикации природных процессов и среды (Паланга, 1976); на годичной сессии научного Совета по проблеме "Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного мира" АН СССР (Вильнюс, 1973); на VII Европейском симпозиуме по космическим лучам (Ленинград, 1980); материалы исследований представлены на Международном совещании по дендрохронологии Европы (Лондон, 1978) и дендроклиматологии Мира (Норвич, 1980); международном симпозиуме "Влияние солнечной активности на климат" (Вильнюс, 1981).

1.8.2. Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в монографии "Дендроклиматологические исследования", Гидрометеоздат, Л. 1974, 172 с. и в 68 публикациях, из которых 3 переведены на английский и I – на немецкий язык. Общий объем работ составляет 64

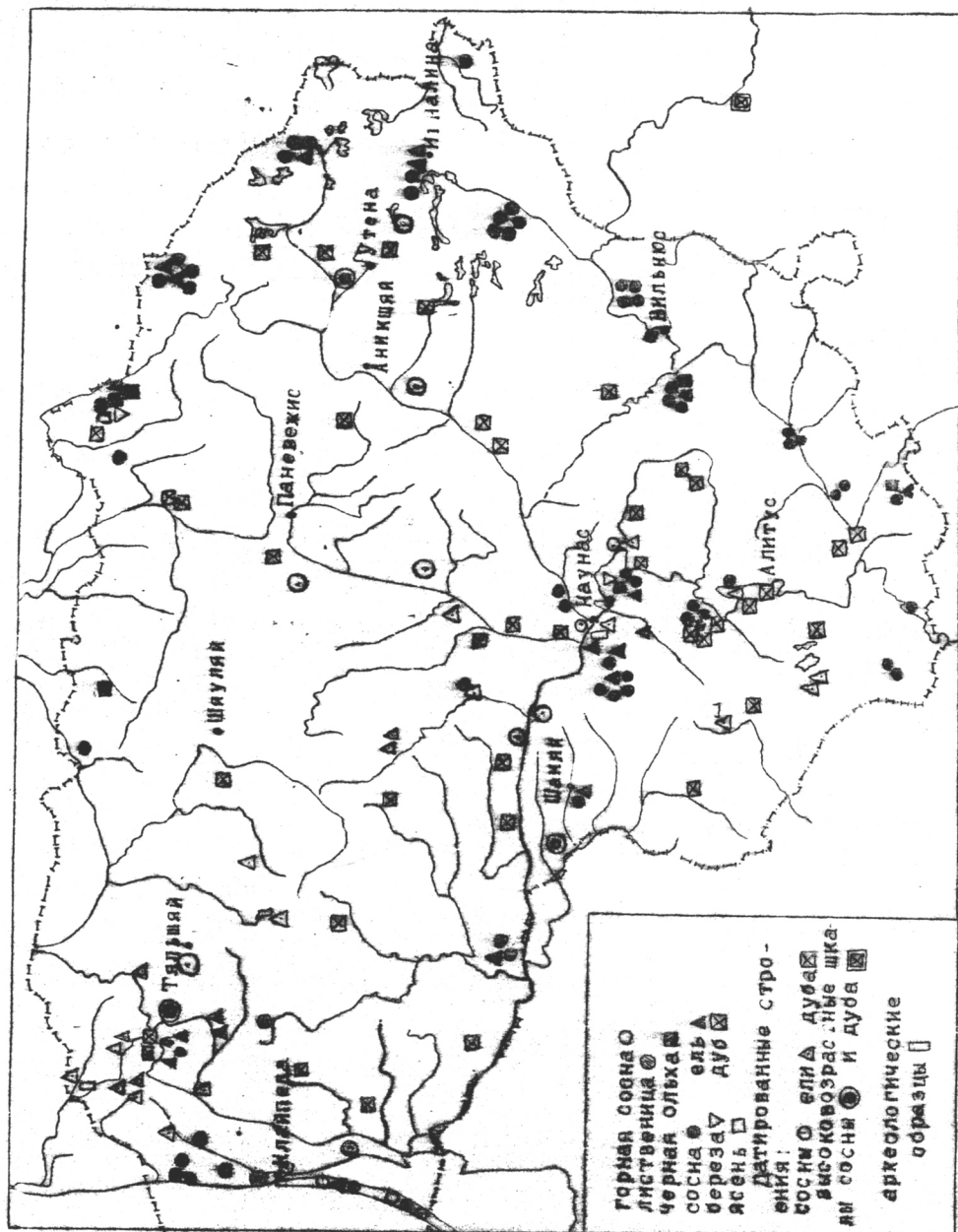


Рис. 3.1. Основные пункты дендроклиматологических исследований (данные Института ботаники

АН Лит. ССР, Литовского НИИ Института лесного хозяйства, Литовской с/х Академии,

Литовского Леспроекта)

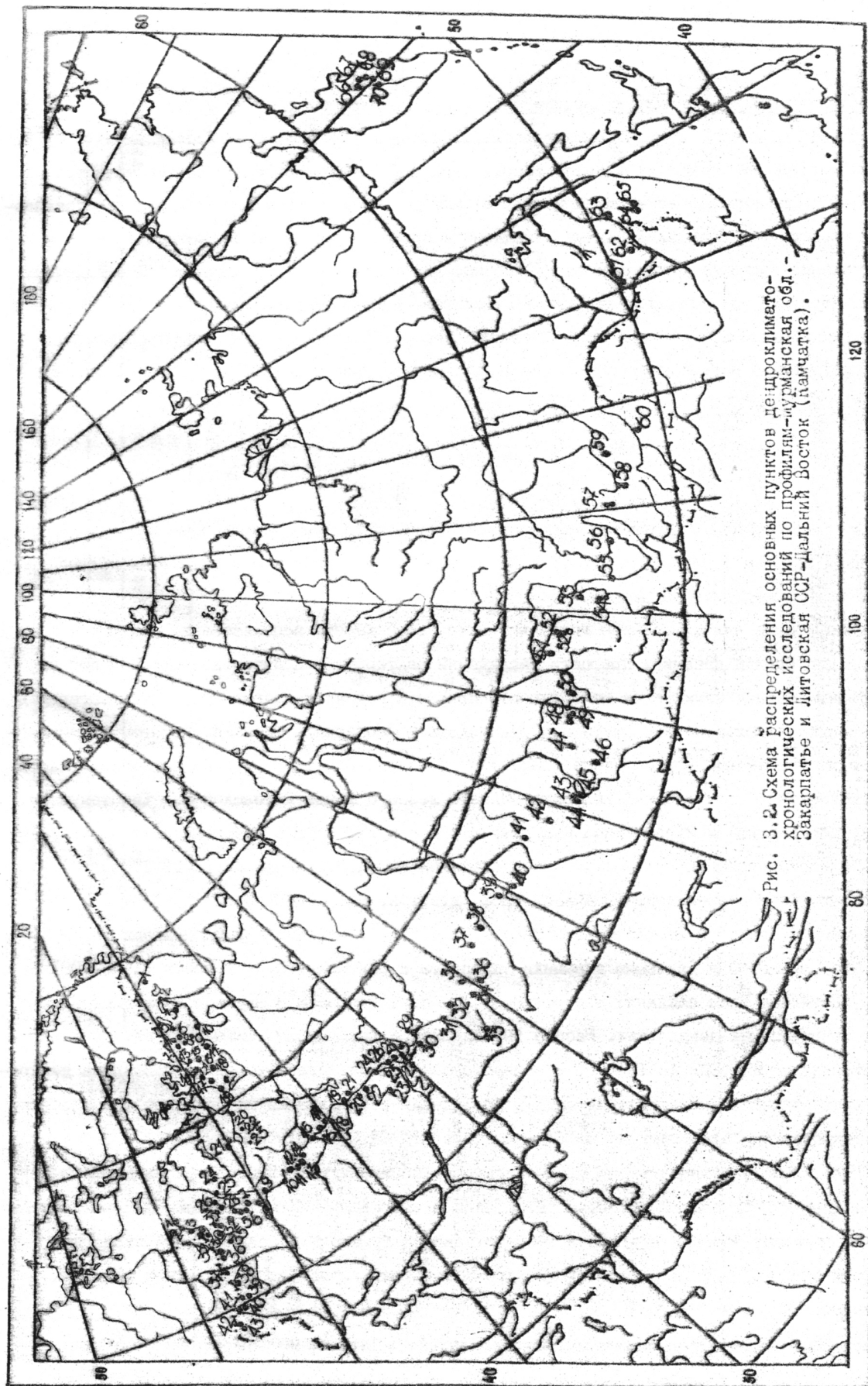


Рис. 3.2. Схема распределения основных пунктов дешироклимато-хронологических исследований по профилю Турманская обл. - Закарпатье и Литовская ССР - Дальний Восток (ламчатка).

печатных листов.

1.9. В данной работе выносятся следующие основные положения:

а) Комплексный (дендроклиматохронологический) подход в экологических исследованиях; б) Разработка системы методических приемов сбора, образцов проведения измерений и статистической обработки дендрозкологической информации; в) Методы определения эффективности лесохозяйственных мероприятий с использованием рационального прироста деревьев; г) Методика сбора и приготовления образцов датированной древесины, для определения содержания  $^{14}\text{C}$  в годичных кольцах деревьев; д) Принципы анализа и результаты исследований временной и пространственной изменчивости биологической продуктивности лесов и факторов среды, ее определяющих; е) Статистический подход к прогнозу изменений прироста лесов с использованием природных реперов.

## 2.0. ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая работа – результат обобщения всей имеющейся дендрозкологической информации, полученной автором в период с 1953 по 1980 годы во время полевых и камеральных исследований, которые можно разделить на два этапа:

На первом из них (1953–1965 годы) изучались возможности использования годичных слоев деревьев для оценки динамики прироста насаждений на территории Литовской ССР. Работы по определению влияния климата на изменчивость прироста годичных колец были начаты автором в научно-исследовательском институте под руководством Леонардаса Шернаса, которому принадлежит идея их постановки в республике (1953–1954 гг.). В 1958–1962 гг. они составляли часть лесоустроительных исследований государственного лесного фонда Литовской ССР (по текущему приросту республики) и проводились под руководством профессора В. Антанайтиса и были продолжены в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (1963–1965 гг.) – руководитель член-корреспондент ВАСХНИЛ проф. д.с.х.н. В.Г. Нестеров.

На втором этапе рассмотрены возможности не только локальных и региональных, но и глобального подходов к изучению динамики прироста и факторов внешней среды (1966–1981 гг.). Были осуществлены идеи создания дендрохронологических профилей и изучены возможности получения сверхдлинных дендрошкал. Работа выполнялась в Лит. НИИ ЛХ (1966–1967 гг.) и в Институте ботаники АН Лит. ССР (с 1968 г. и по настоящее время), где автором была создана дендроклиматохронологическая лаборатория (ДНХ), проводящая исследования по тематике аттестованной Государственным Комитетом по науке и технике при СМ СССР (1969 и 1972 гг.).

С 1975 г. по настоящее время осуществлялось обобщение всей дендрозкологической информации, полученной по лесным массивам республики и сопредельным территориям, для разработки принципов ее использования в решении теоретических и прикладных задач лесной экологии, дендроклиматологии, практики ведения лесного хозяйства, агрогелиогеофизики и в других направлениях.

В последнее десятилетие дендроклиматологические исследования проводились и использовались по тематике координируемой научным советом "Биологические основы рационального



Таблица I

## Основные объекты исследований и краткая их характеристика

| П.п<br>№ | Объекты и места<br>расположения                                                | Общее<br>число<br>пробных<br>площадей<br>(объект.) | Группы экотопов       |              |               |             | Общее число              |                   | Продолжительность серий |            |                         |         |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------|-------------------------|---------|
|          |                                                                                |                                                    | сухие нор-<br>мальные | влаж-<br>ные | болот-<br>ные | гор-<br>ные | цилинд-<br>рич-<br>еские | спилов<br>моделей | годич-<br>ных<br>слоев  | до "н" лет | годы                    |         |
| 1.       | Основные леса Лит.ССР                                                          | 113                                                | 10                    | 61           | 23            | 19          | -                        | 5252              | 689                     | 860919     | 302 (1864-1981)         |         |
| 2.       | Дубовые леса Лит.ССР                                                           | 43                                                 | -                     | 23           | 20            | -           | -                        | 2577              | 12 астр.                | 850412     | 268 (1704-1973)         |         |
| 3.       | Ельники Лит.ССР                                                                | 34                                                 | -                     | 17           | 13            | 4           | -                        | 739               | -                       | 49014      | 150 (1817-1967)         |         |
| 4.       | Черная ольха Лит.ССР                                                           | 23                                                 | -                     | -            | -             | 23          | -                        | 759               | -                       | 15180      | 80 (1867-1967)          |         |
| 5.       | Основные леса по про-<br>филю Мурманск-Карпаты                                 | 41                                                 | 5                     | 30           | 4             | 2           | -                        | 2692              | 6 астр.                 | 2692       | 513 (1447-1976)         |         |
| 6.       | Леса Кавказа (ель<br>восточная)                                                | 3                                                  | -                     | -            | -             | -           | 3                        | 144               | 3 астр.                 | 52902      | 603 (1370-1977)         |         |
| 7.       | Дистанционные леса<br>Вашкирии                                                 | 3                                                  | -                     | -            | -             | -           | 3                        | 212               | 4 астр.                 | 93752      | 417 (1569-1977)         |         |
| 8.       | Осина с торфяных мес-<br>торожений Литвы                                       | Умлялю<br>Тиралис                                  | -                     | -            | -             | 1           | -                        | 795               | -                       | 131970     | 250                     |         |
|          |                                                                                | Аукштай<br>Шиня                                    | -                     | -            | -             | 1           | -                        | 639               | -                       | 89460      | 150                     |         |
| Ва.      | Сморгонские дубы                                                               |                                                    | 1                     |              |               |             |                          | 100               | -                       | 40000      | 300 до 3800лет до н.э.* |         |
| 9.       | Археологические объек-<br>ты (Тракай, Вильнюс,<br>Каунас, Новгород)            | -                                                  | 4                     |              |               |             |                          | 55                | 1 астр.                 | 10010      | 198                     |         |
| 10.      | Датировка жилых домов<br>и прочих строений Ме-<br>мелти и Клайпедского<br>края | -                                                  | 12                    | -            | -             | -           | -                        | 96                |                         | 23040      | 180 (1850-1916)         |         |
| Всего:   |                                                                                |                                                    | 260                   | 150          | 148           | 60          | 48*                      | 6                 | 12445                   | 2685       | 689<br>26 астр.         | 2183351 |

\* астр. - модели, использованные для астрофизических целей  
\* с перерывами "плавающие"

использования, преобразования и охраны растительного мира" АН СССР и по проблемам:

"Астрофизические явления и радиоуглерод", "Дендрохронология и окружающая среда".

Автор отмечает ведущую роль академика Б.Н.Константинова в организации ДНХ исследований и выражает благодарность академику АН Лит.ССР Д.А.Кайряйтису, доктору физико-математических наук, профессору Г.Е.Кочарову и руководителям ИБ АН Лит.ССР за организацию и содействие в постановке и выполнении дендроклиматологических исследований.

Выражаю глубокую признательность коллегам по дендроклиматологической комиссии научного Совета "Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного мира" АН СССР, творческое обсуждение результатов и многочисленные дискуссии с которыми способствовали творческой работе автора.

Настоящее исследование оказалось завершённым благодаря участию и помощи научных и технических сотрудников ДНХ лаборатории Института ботаники АН Лит.ССР С.И.Аудицкаса, Ионаса и Игнаса Кайрайтисов, И.Карпавичюса, А.Ступневой, А.Семашки, В.Бальчунаса, А.Зокайтиса, А.Даукантаса, В.Брукштуса и др., которым приношу свою признательность.

Работа была существенно расширена благодаря сотрудничеству с кандидатом физико-математических наук В.А.Дергачевым, кандидатом юридических наук М.И.Розановым, кандидатами биологических наук М.Григелите, Г.Савукинене, кандидатом химических наук А.А.Лийвой, кандидатами физико-математических наук Р.А.Мецхваришвили, И.Б.Н.Шахову - всем выражаю благодарность.

Высокую оценку заслуживают работы инженеров С.И.Мусенкова, В.В.Спирова, Г.Бацявичюса, обеспечивавших разработку и квалифицированную подготовку современной измерительной аппаратуры.

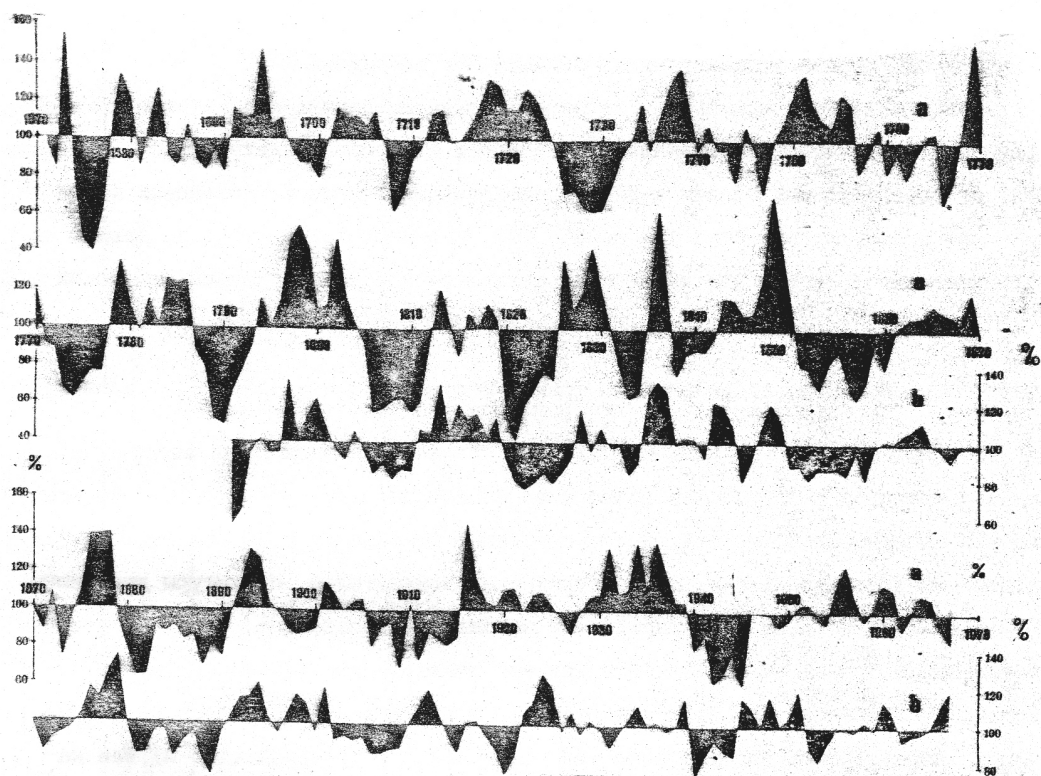
### 3.0. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Исходные материалы и объекты исследований

Исходными материалами для получения дендрозкологической информации послужили результаты таксационных исследований насаждений и ширина годовичных колец деревьев и насаждений растущих в настоящее время. Также источником информации служили ряды годовичных колец из деревянных памятников истории и культуры, пни и стволы из торфяных залежей и песчано-гравийных карьеров.

Районы сбора образцов и характеристика изученных объектов даны в табл. I. Как видно из табл. I наибольшей обеспеченностью отличаются сведения по сосне обыкновенной, охватывающей широкий диапазон экотопов - от сухих до болотных типов местопроизрастаний. Полнота представления данных по сосне также объясняется ее наибольшей пригодностью для дендрохронологических и дендроклиматологических исследований, так как сосна имеет наиболее широкий диапазон экологического распространения и достаточно чувствительна к изменчивости тепло- и влагообеспеченности в отдельных экотопах и в регионе в целом.

Вторым объектом, отличающимся широким охватом территории республики, удобным для дендрозкологических исследований является дуб, который относится к числу немногочислен-



\*Рис. 3.3. Дендрохронологическая шкала модели II-I, использованная для радиоуглеродных исследований (а) и сопоставленная (синхронизированная) со шкалой старых деревьев сосны собранных в окрестностях заповедника Чапкелий (б).

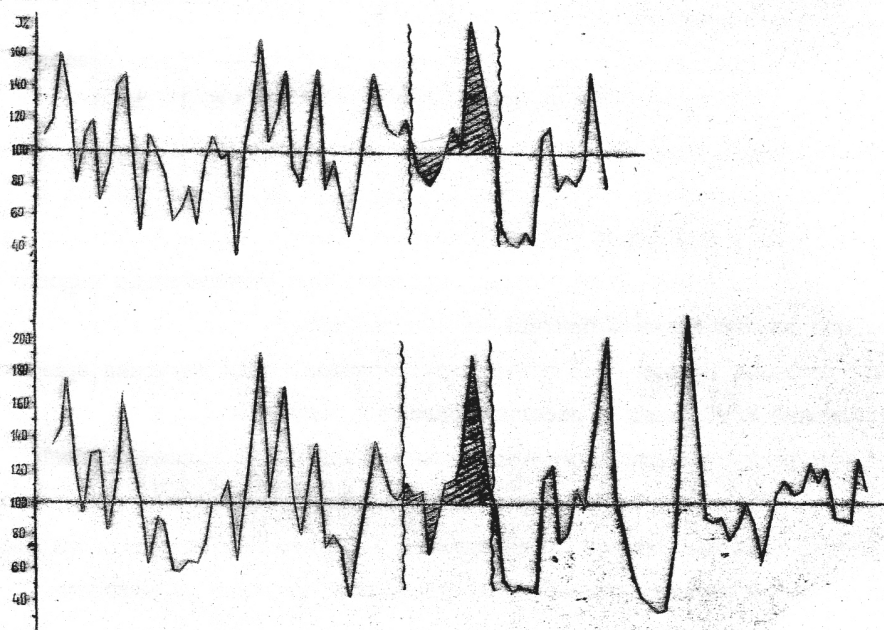


Рис.3.4. Синхронизированные два образца Сморгонских дубов радиоуглеродным и математическими методами.

ных лиственных пород, широко используемых в аналогичных исследованиях.

По другим объектам, перечисленным в таблице I получены данные по динамике прироста ели обыкновенной и восточной, лиственниц европейской и сибирской, ольхе черной, позволяющие провести ряд сравнительных анализов для оценки реакции различных древесных пород на изменения внешней среды. Кроме того, они порой, как например, ель восточная, давали уникальную продолжительность серий для выполнения датировок или реконструкций изменений среды.

### 3.2. Методика сбора образцов, проведение измерений и статистическая обработка данных

В виду специфики объектов и различие целевых установок исследований автор использовал комплексный подход к разработке целой системы методик для выбора самых объектов, сбора образцов и проведения измерений. Они существенно отличались в зависимости от характеристик условий мест произрастания, морфометрических показателей, структуры древесины модельных деревьев и различались географическим положением, возрастом, шириной годичных колец, биологическими особенностями видов и другими показателями (таблица 2).

Применялись различные приемы взятия образцов — от одного до 4-х кернов с учетного дерева, спилы на определенных высотах — на уровне груди, на высоту груди (1,3 м) или на нескольких, в зависимости от длины ствола. Для радиоуглеродных анализов расщеплялись по годичным слоям целые отрезки стволовой древесины, по специально разработанным методикам (Битвинскас, Аудицкас, 1969), (Битвинскас, Карнавичюс, 1978). В этих случаях изменчивость годичных колец проверялась на 10-20 измеренных радиусах и синхронизировалась со шкалами аналогичных по условиям роста насаждений.

Методика сбора образцов и проведения измерений детально рассмотрена в монографии (Битвинскас, 1974).

Для измерения годичных слоев древесины использовались микроскопы МЕС-1, МЕС-2, МЕС-9. Измерения в этих случаях проводились с точностью 0,1 или 0,05 мм, в зависимости от ширины годичных колец. Примерно у 50% серий годичных колец хвойных и твердолиственных измерена ранняя (весенняя) и поздняя (летняя) древесина отдельно. При относительно широких и четких годичных кольцах возрастным буровом брались на учетном дереве один образец, в болотных, очень старых или деревьях Севера — не менее двух образцов. Для изучения археологической древесины и древесины с торфяных и песчано-гравийных залежей брались спилы древесины и измерялись по двум радиусам. Для радиоуглеродных исследований годичных колец брались нижние части стволов деревьев до 3-х метров длины с последующим распиливанием их на 5-15 сантиметровые спилы. Шлифовка спилов производилась на ленточных шлифовальных машинах ШЛПС-2. Совершенные срезы на кернах (цилиндриках) древесины получены на микротоме с усовершенствованной приставкой конструкции Спирова.

Внедрением разработанной под руководством автора оригинальной полуавтоматической линии для проведения измерений годичных колец, с одновременной перфорацией данных и последующей обработкой на ЭВМ Наир-3 (или ЭВМ единой системы) по специальным алгоритмам, существенно сокращено время получения полезной информации и повышена точность измерений с 0,1-0,05 до 0,01 мм.



Таблица 2

Принципы построения рядов дендроэкологической информации с различной целевой установкой

| №  | Задачи исследований                                                                                                                                                                                                    | Особенности взятия и использования серий годичных колец                                                                                                                                                                                      | Особенности анализа информации по годичным кольцам                                                                                                                                                               | Особенности обработки и обобщений дендроинформации                                                                                                                                                                                                                                     | Результат обобщений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Определить особенности динамики темпического прироста в микро- и макроструктурных единицах древостоев                                                                                                                  | Сплошное изучение радиального прироста учетных деревьев на пробных площадях в возрастном боровом или спилем стволы-вой древосины                                                                                                             | Измерения проводятся по двум радиусам дерева, точность измерения не менее 0,05 мм                                                                                                                                | Обработка данных проводится по отдельным деревьям, селекционным группам (категориям) и другими показателями в сравнении с эталоном - пробной площадью                                                                                                                                  | Определение продуктивности деревьев и их категорий в древостоях. Разработка классификации деревьев, основанной на реакции к изменениям в среде. Определение влияния на прирост деревьев антропогенных и природных факторов                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. | Изучить динамику прироста древостоев в сосны и дуба и в других л.п. древостоях и лесных массивах:<br>а) в сухих и в нормальных условиях местопроизрастания<br>б) в болотных и в высоковозрастных древостоях            | по одному радиусу в дереве<br>по двум радиусам дерева                                                                                                                                                                                        | В пределах статистически основанной значимости (20-70 на пр. пл.) точность измерения не менее 0,1 мм<br>б) точность измерения не менее 0,05 мм, в пределах пробных площадей или их крупным структурным элементам | Индексация и осреднение радиального прироста проводится в пределах пробных площадей или крупных таксационных выделов                                                                                                                                                                   | Установлены закономерности изменчивости радиального прироста сосняков и дубняков, их связи с климатическими и геоботаническими факторами. Построены таблицы изменчивости годичных колец насаждений, даны практические рекомендации лесохозяйственным организациям и лесному хозяйству. Изучены общие закономерности динамики радиального прироста ели обыкновенной, ольхи черной, лиственницы европейской и некоторых других пород в республике. |
| 3. | Изучить долговременные колебания климатических изменений и солнечной активности в дендроклиматологических методах                                                                                                      | Применение методов перекрестного датирования серий годичных колец. Испытание и усовершенствование методов на примере современных насаждений, археологических материалов, древесины из болот и речных отложений                               | Используются ряды натурных измерений с точностью до 0,01 мм. Особое значение имеет синхронизация дендрохронологических рядов, пробных площадей современных насаждений с рядами древней древесины                 | Ретроспективный анализ климатических факторов и активности Солнца. Использование солнечных реперов в изучении статистической изменчивости прироста насаждений. Использование достаточного массового материала (не менее 10 рядов годичных колец в одном родных экологических условиях) | Получена информация об изменении экологических условий за последние 400-600 лет в условиях Литовской ССР, в Карелии, на Северном Кавказе, Башкирии. Доказана перспективность использования реперной системы солнечной активности для изучения закономерностей изменчивости годичных колец деревьев.                                                                                                                                              |
| 4. | Приготовление образцов древесины для погодичного изучения $^{14}C$ и других элементов естественной радиоактивности с точной датировкой годичных колец. Проведение датирования древесных объектов с плавающими шкалами. | Использование комлевой части модельных высоковозрастных деревьев для разделения годичных колец. Проверка и усовершенствование методов синхронизации образцов древесины. Проведение контрольных работ по датированию годичных колец модельей. | Использование существующих и вновь созданных дендроскопических плавающих шкал с использованием серий годичных колец                                                                                              | Разработка методики построения многолетних шкал с использованием датированных плавающих серий годичных колец                                                                                                                                                                           | Получение связи содержания $^{14}C$ в годичных кольцах деревьев с солнечной активностью (Г.Б.Кочаров, В.А.Дергачев и др.). Использована возможность параллельных независимых поисков связей солнечной активности с природными явлениями по амплитудам ритмов и трендов радиального прироста насаждений, содержания $^{14}C$ в годичных кольцах.                                                                                                  |



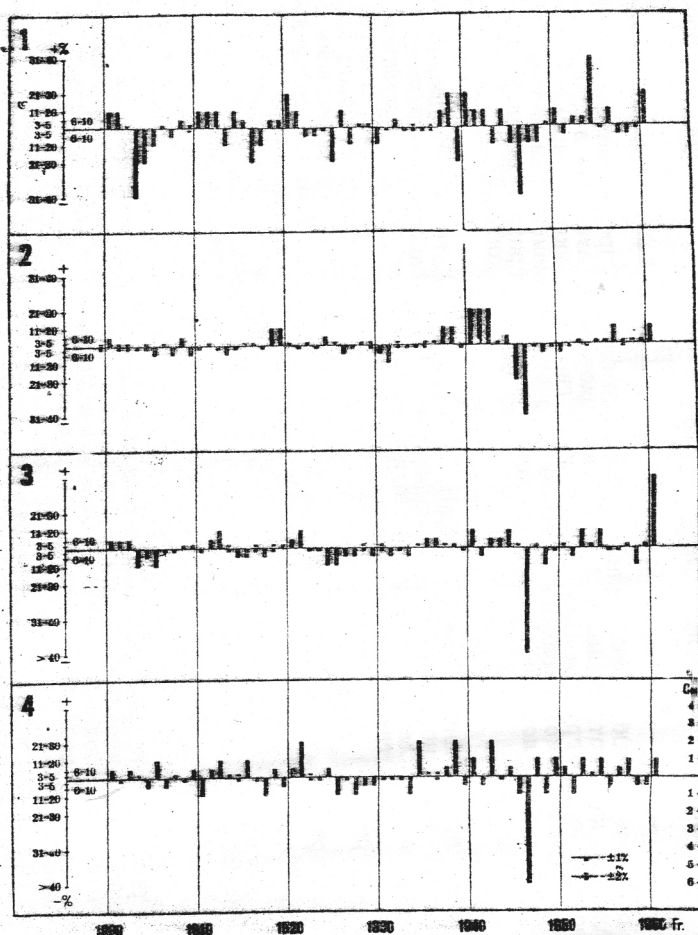


Рис. 3.5. Спектры изменчивости ширины годовичных колец в болотных сосняках (Р.м. sph; А<sub>4-5</sub> - В<sub>4-5</sub>) Литовской ССР. 1 - Рокишского, 2 - Зарасайского, 3 - Швенционельского, 4 - Каунасского лесхоза и Дубравской Л.О. станции. В отличие от скелетных графиков, здесь выделяются изменения ширины годовичных колец из года в год как положительные, так и отрицательные.

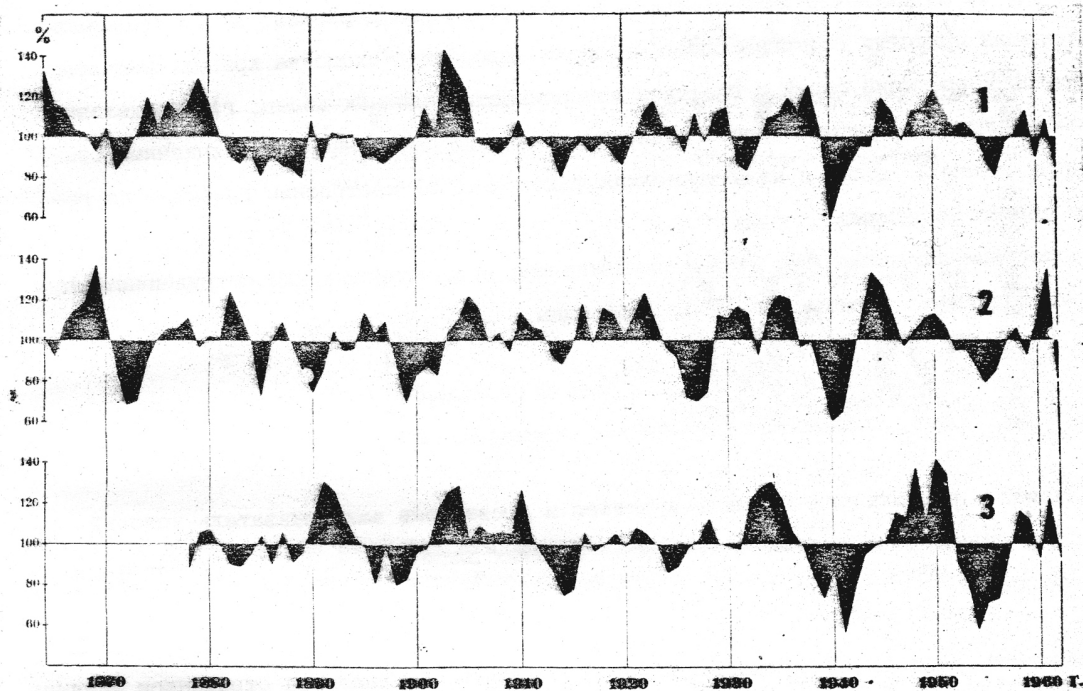


Рис. 3.6. Динамика прироста сосны обыкновенной (1), Лиственницы европейской (2) и ели обыкновенной (3) в условиях средней Литвы. (Основные периоды оптимального и пессимального роста совпадают). Условия местопроизрастания чернично - кисличный ( $C_2$ ).

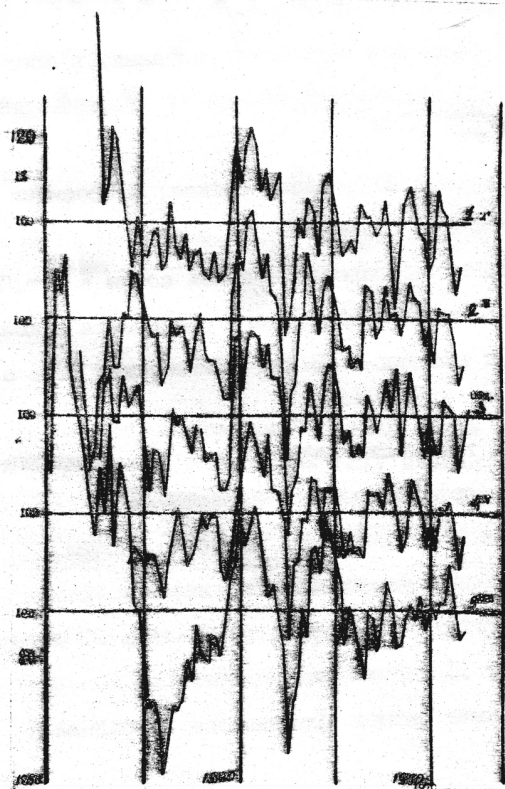


Рис. 3.7. Динамика р. прироста сосны различных селекционных групп 1 - условно минусовые, 2 - производительные, 3 - пробная площадь в целом, 4 - средние, 5 - минусовые.

Постоянная пробная площадь в д. Вайшноришкес. Р. ш. ок,  $C_2$  (Национальный парк Литовской ССР - Северо - Восток республики).

Несмотря на различные селекционные показатели, изменчивость г. к. имеет одинаковый характер.

С применением ЭВМ выполнялась следующая обработка данных: а) Получение индексов годовичных колец; б) Определение коэффициентов чувствительности деревьев; в) Синхронизация серий изменений прироста годовичных слоев методами: процентов сходства кривых, расчетом коэффициентов корреляций серий и спектров изменчивости годовичных колец; г) Определение спектральной плотности ритмики рядов годовичных колец; д) Выявление корреляционных связей между рядами годовичных колец и климатическими факторами; е) Построение графиков по результатам обработки данных.

Гид программ по обработке данных опубликовано в соавторстве или сотрудниками под научным руководством автора в 1978, 1981 годы.

#### 4.0. РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДЕРЕВЬЕВ И НАСАЖДЕНИЙ

(Дендроклиматохронологические исследования)

##### 4.1. Изменчивость радиального прироста деревьев и древостоев как показатель условий местопроизрастаний и изменений метеорологических элементов в микро-, мезо- и макромасштабе

Изменчивость радиального прироста деревьев и насаждений является отражением влияния комплекса факторов внешней среды и биологических свойств видов. В зависимости от условий местопроизрастаний она меняется в широком диапазоне.

На основе изучения динамики радиального прироста сосны более чем на 120 пробных площадях на территории Литовской ССР было установлено: а) Каждый тип условий местопроизрастания характерным образом отличается по изменчивости ширины годовичных колец древостоев и прежде всего по амплитудам колебаний и их ритмичности; б) Учет изменчивости ширины годовичного прироста насаждений позволяет уточнить принадлежность определенного участка к тому или иному типу леса; в) Существование типов леса и условий местопроизрастания, в пределах которых изменчивость прироста мало отличается, позволяет их объединить в типы древостоев, главным образом, отличающихся по глубине почвы.

На этом основании были выделены: 1) сосняки сухие; 2) сосняки свежие; 3) сосняки влажные; 4) сосняки избыточного увлажнения. В каждом из перечисленных типов выявлены наиболее выраженные ритмы изменения прироста. На свежих местопроизрастаниях сосны в Лит. ССР преобладают ритмы 9-23 лет, в среднем, 11 лет, в сосняках избыточного увлажнения (заболоченных и болотных) — 20-23 в среднем — 22 года; во влажных — 13 лет (Витвинскас 1966 а, 1974 а).

Использование метода определения спектральной плотности дало возможность проанализировать ритмику радиального прироста деревьев по профилю Мурманск-Карпаты (44 пр.пл.), которые распределялись в пять блоков пробных площадей (Витвинскас, Ступнева, 1978).

Для них характерным является: а) Наличие районов с устойчивым проявлением ритмов 22-24 и 30-34 гг. (на суходолах и болотах, соответственно, Севера); б) 11-ти и 22-летней ритмичности (на суходолах и болотах Прибалтики); в) 11-летней ритмичностью (в Западной Белоруссии и на Украине). Нарушение перечисленных выше ритмов проявляется в средней и южной Карелии и в Новгородской области.

$$V_0 = \frac{V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0}{10}$$

$$Q_4 = \frac{V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0}{t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0}$$

$$Q_5 = \frac{(V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0)(t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0)}{t_0}$$

$$Q_1 = \frac{t_0 \cdot 100}{V_0}$$

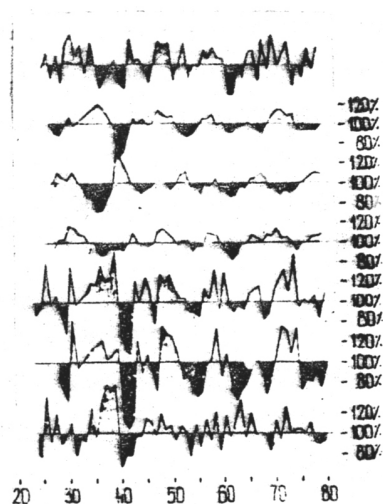


Рис. 4.1.(а) Годичная изменчивость комплексных климатических показателей по данным Каунасской метеорологической станции за 1920-1961 г.г.

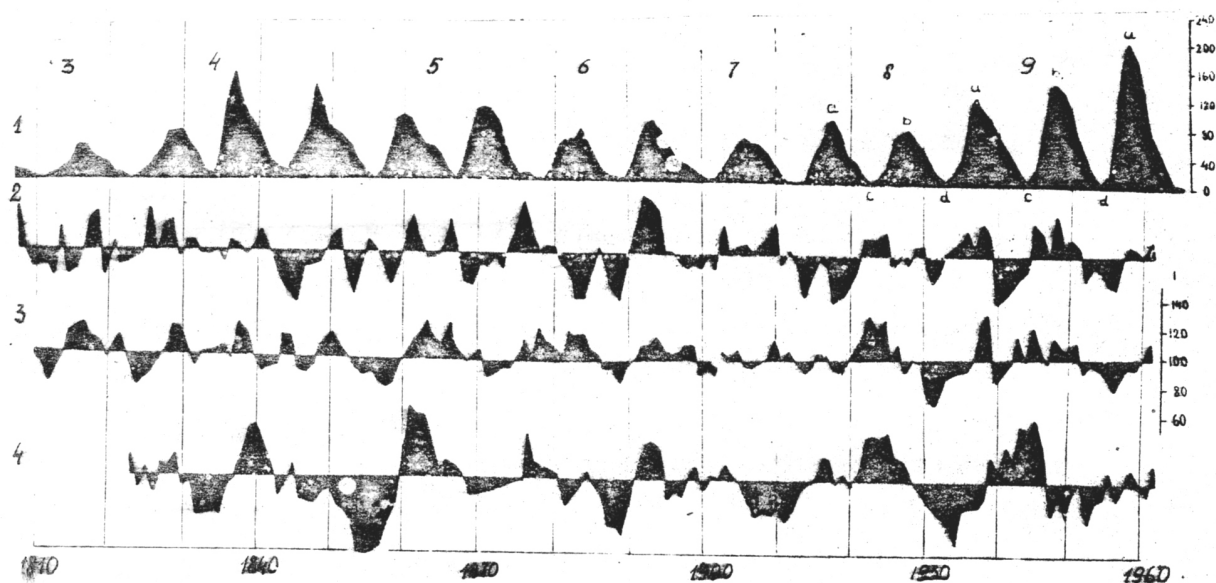


Рис. 4.1.(б) "Классический" пример связи изменчивости радиального прироста сосны на нормально увлажненных (2); влажных (3) и болотных (4) почвах с амплитудами солнечной активности (I) в 22 - летних и вековых циклах. (Каунасские окрестности Лит. ССР). С уменьшением амплитуд с.а. в 22 - летних циклах средняя изменчивость радиального прироста сосны также становится ниже.



изменчивость радиального прироста сосны в связи с температурным режимом осадков рассматривалась нами первоначально по метеорологическим данным станции Каунас (Битвинскас, 1965). Было установлено, что изменения температуры вносит существенный вклад в общую изменчивость радиального прироста в регионе и проявляется в макро- и мезомасштабах, а осадки вносят свой вклад в основном в микро- и частично в мезомасштабе, что, по-видимому, можно объяснить особенностями их выпадения по территории и способности разных почв к своеобразной их аккумуляции.

Наиболее остро на изменении прироста сказываются такие аномальные явления как засухи или периоды избыточного увлажнения, или неблагоприятные сочетания температуры и осадков в отдельные годы. Для выявления ведущих факторов в том или другом периоде времени, оправдались автором предложенные приемы сопоставления дендрошкал с различными условиями местопроизрастания.

Кроме того, были разработаны нами комплексные показатели более удовлетворительно согласующиеся с изменчивостью радиального прироста сосны на свежих, болотных и влажных типах местопроизрастаний (смысл их заключается в расчетах соотношения тепла и влаги за различные отрезки времени (Битвинскас, 1965, 1974, 1978 и др.)).

Основные комплексные показатели имеют такие выражения:

$$Q_1 = \frac{t_c \cdot 100}{V_0} \quad (1);$$

$$Q_2 = \frac{t_c \cdot K}{V_0} \quad (2);$$

$$\text{где } K = \frac{V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0}{4V_{\text{ср}}};$$

$$Q_3 = \frac{(V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0) \cdot (t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0) \cdot t_0}{40 \cdot 10 \cdot 100} \quad (3);$$

$$Q_4 = \frac{V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0}{(t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0) \cdot 100} \quad (4);$$

где:  $t$  - температура воздуха за гидрологические годы (текущий предыдущий и т.д.).

$V$  - осадки за те же периоды (в показателе  $Q_4$   $t$  - средние месячные температуры за май-август).

Проведенные расчеты по Каунасской метеорологической станции и окрестностям оправдались в других районах Литвы (Биржай, Варена, Паланга) и позволили определить тенденцию динамики и прироста в ближайшем будущем (Битвинскас, 1974, 1978). Некоторые из показателей были успешно применены и другими исследователями (Стравинскене, Краснобаевой и др.).

С помощью корреляционного анализа (Битвинскас, Карпавичюс, Кайрайтис, 1978) было показано, что как в сосняках, так и дубняках на создание годичного кольца имеет влияние весь вегетационный (или гидрологический) год - сентябрь - август, обозначаемый в работах автора  $Mo$  и что на создание годичного кольца главное значение имеет температура осенних месяцев, осадки и температура зимних месяцев (особенно января и февраля), температура марта -апреля (начало вегетации). Корреляционным анализом также на многих пробных площадях сосны и дуба показано, что высокие корреляционные связи радиального прироста сохраняют-

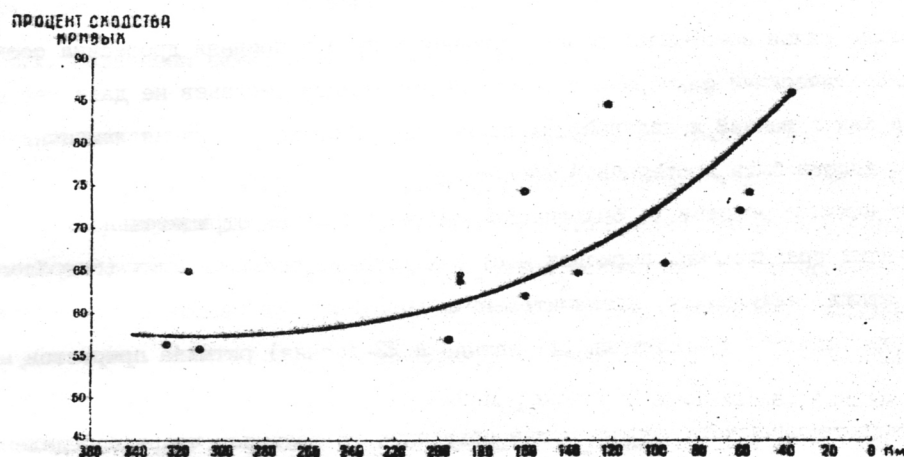


Рис. 4.2. Величина процента сходства рядов дендроклиматологических данных сосны в зависимости от расстояния исследуемых пунктов в Литовской ССР.

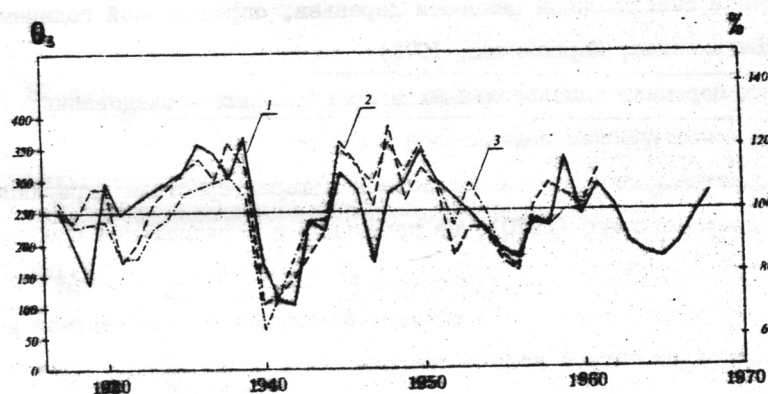


Рис. 4.3. многолетний ход гидротермического показателя  $O_3$  и радиального прироста сосны на почвах нормального увлажнения. 1 - Гидротермический показатель. 2 - прирост сосны в сосняках чернично - брусничных. 3 - прирост сосны в сосняках чернично - кисличных.

ся не только с климатическими показателями гидрологического года, но и с летними и весенними условиями прошлого года и предыдущего года в целом. Замечено, что с климатическими условиями более высокие связи показывает ранняя древесина дуба и поздняя древесина сосны. Поиск связи между климатическими факторами с годичной древесиной деревьев не дает тесных выразительных связей как с ранней и поздней древесиной отдельно. Но измерения изменчивости серий годичных колец должны быть достаточной точности.

Характерно, что влияние осадков (в большинстве случаев в Литве отрицательное) проявляется и в более длинных сравниваемых периодах - от 3-х до 5-ти вегетационных (гидрологических) лет. Именно этими, кажущимися, незначительными годичными изменениями в температурно-осадковом режиме проявляется многолетняя (11-летняя и 22-летняя) ритмика приростов насаждений.

Одинаковость гидротермического режима можно объяснить то явление, что в определенные периоды лет все нами исследованные породы (кроме дуба и сосны) - ель обыкновенная, ольха черная, ясень, лиственница показывает одинаковую отрицательную реакцию на макроклиматические изменения условий среды. Сопоставление динамики прироста, сформировавшегося в неодинаковых условиях местопроизрастания (особенно по режиму влаги) остается очень важным методическим приемом, позволяющим выявить ведущие комплексы факторов, ограничивающих или стимулирующих прирост деревьев в определенные периоды времени. Особенную отрасль исследований составляет оценка селекционной ценности деревьев, определенной годичным текущим приростом деревьев (Битвинскас, Карпавичюс, 1976), являющимся показателем - одним из объективнейших, но до сих пор мало использованных в селекционных исследованиях.

Для определения вклада климатических показателей в формирование прироста деревьев, охватывающих большие пространства, нами были использованы и характеристики циркуляции атмосферы по типизации В.Л.Дзердеевского (1970), ее зональная и меридиальная группа для Северного Полушария.

В обработку были включены количество дней и случаев появления меридиональной и зональной групп (по месяцам гидрологического года с сентября по август месяцы), для лет с аномальными приростами дуба по обобщенной серии годичных колец для всех 44 пробных площадей, выятых в Литовской ССР и Западной части Белорусской ССР и число случаев появления этих групп.

За аномальные принимались годы, когда прирост на 10% и более отличался от средней многолетней нормы.

Из анализа следует, что наибольшее преобладание зональной циркуляции в северном полушарии способствует благоприятным условиям для роста дубрав, а преобладание меридиональной составляющей циркуляции наоборот угнетает темпы роста дуба, причем этот вывод полностью подтверждается как по данным количества дней с зональной и меридиональной циркуляцией, так и по числу случаев их появления. Таким образом можно сделать вывод, что макромасштабные процессы, перераспределяющие тепломассообмен на полушарии, оказывают существенное влияние на радиальный прирост деревьев рассматриваемой территории.

## 4.2. Радиальный прирост и астрогелиогеофизические характеристики

### 4.2.1. Солнечная активность и прирост деревьев

Несмотря на то, что со времен Дугласа, который начал изучение связей между изменчивостью годовичных колец и солнечной активностью прошло уже 50 лет, вопрос этот не был до сих пор изучен до конца. Наивно считая, что только прямая корреляция величин показателей активности Солнца и прироста деревьев показывает связь, противники, не находя этого за весь исторически изученный период, "громят" сторонников этих связей. А этот вопрос сугубо важен. Имеющиеся ряды температур и осадков не дают желательных связей, цикличности же радиального прироста во многих районах (но не везде) близки изменчивости активности Солнца, но именно старая методика изучения связей не давала ключей для открытия этих связей. Работы А.А.Вительса, Ю.И.Витинского, М.С.Эйгенсона и других советских ученых, показали наиболее верный путь: систематически изучать закономерности радиального прироста, придерживаясь своеобразной реперной системы солнечной активности, учитывая при этом 22-летние циклы солнечной активности и объективное существование 8-ми фаз (минимумы, максимумы восходящие и нисходящие ветви активности Солнца). Смотрите таблицу 3.

Таблица 3

| № 22-летнего цикла | 22-летняя активность Солнца — в рамках гидрологического (вегетационного) года |                          |                    |                         |                      |                         |                     |                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
|                    | a<br>максимальная I                                                           | a+c<br>нисходящая ветвь  | c<br>минимальная I | c+b<br>восходящая ветвь | b<br>максимальная II | b+d<br>нисходящая ветвь | d<br>минимальная II | d+b<br>восходящая ветвь |
| 8                  | 1917,<br>18,<br>19                                                            | 19,20,<br>21,22,         | 22,<br>23,<br>24   | 24,25,<br>26,27         | 27,28,<br>29         | 29,30,<br>31,32         | 32,33,<br>34        | 34,35,<br>36            |
| 9                  | 1936,<br>37<br>38                                                             | 38,39,<br>40,41<br>42,43 | 43,<br>44,<br>45   | 45,46,<br>47            | 47,48,<br>49         | 49,50,<br>51,52<br>53   | 53,54<br>55         | 55,56,<br>1957          |

"Рамы" фаз солнечной активности позволили нам изучить средние величины (амплитуды) изменчивости годовичных индексов в условиях местопроизрастания сосны и дуба в Литве. Они оказались различными временными интервалами в отдельных 22-летних циклах и имели различную амплитудную изменчивость в разных по увлажнению условиях среды. Но между амплитудами радиального прироста насаждений и амплитудами солнечной активности была найдена линейная корреляционная зависимость  $(r) = 0,81 \pm 0,5$ . Было показано, что изменчивость радиального прироста в различных фазах неодинакова, что можно выделить фазы в которых относительно низки индексы годовичных слоев (например, во втором минимуме солнечной активности). Достаточно различны и тенденции изменчивости (тренды). Так, например, на болотах Литвы прирост сосны в первом максимуме (a) сильно увеличивается, а во фазах c+b, b, наоборот, сильно падает.

В Северо-западных районах (Кола, Северная Карелия) и Юго-западных районах (Западная Белоруссия и Украина) в некоторых фазах тренды прироста меняются или в противоположном

Таблица 4.

| Район исследований                                   | $\bar{a}$ | $\bar{a} \pm c$ | $c$  | $c \pm \bar{b}$ | $\bar{b}$ | $\bar{b} \pm \bar{d}$ | $\bar{d}$ | $\bar{d} \pm \bar{a}$ | средняя<br>A |
|------------------------------------------------------|-----------|-----------------|------|-----------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|--------------|
| Северная часть про-<br>филя 63-69° широты            | 18,3      | 24,3            | 16,4 | 18,4            | 15,3      | 24,0                  | 16,5      | 22,8                  | 19,5         |
| Средняя Северная<br>часть профиля<br>58-62,5° широты | 18,2      | 29,9            | 18,2 | 24,9            | 18,4      | 22,3                  | 19,8      | 25,7                  | 22,2         |
| Средняя Южная часть<br>профиля 53-57° широты         | 14,5      | 34,9            | 18,2 | 26,2            | 15,9      | 23,5                  | 23,8      | 31,0                  | 23,6         |
| Южная часть профиля<br>48-52,5° широты               | 18,5      | 37,6            | 23,6 | 23,2            | 20,2      | 29,0                  | 20,3      | 22,9                  | 24,4         |
| A                                                    | 17,5      | 31,7            | 19,1 | 23,2            | 17,4      | 24,7                  | 20,1      | 25,6                  | 22,3         |

Средняя амплитуда изменчивости радиального прироста сосны в отдельных фазах солнечной активности в основных регионах профиля Мурманская обл.- Карпат:

Таблица 5.

| фаза с.а.<br>широта        | $\bar{a}$ | $\bar{a} \pm c$ | $c$  | $c \pm \bar{b}$ | $\bar{b}$ | $\bar{b} \pm \bar{d}$ | $\bar{d}$ | $\bar{d} \pm \bar{a}$ |
|----------------------------|-----------|-----------------|------|-----------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| Север 63-69° ш             | -33       | +10             | -88  | -52             | -60       | +7                    | +101      | +6                    |
| Литва 55-56° ш<br>суходолы | +33       | -15             | -17  | -72             | +17       | +9                    | -80       | +72                   |
| болота                     | +600      | +72             | +67  | -200            | -75       | +20                   | +50       | +50                   |
| Юг 48-52,5° ш              | +9        | -32             | +248 | +1              | -72       | +17                   | +37       | +13                   |
|                            | V         | ↑               | ↑    | ↓               | V         | -                     | Λ         | V                     |

Преобладающие тренды (тенденции) изменчивости прироста сосны в различных фазах солнечной активности по профилю Мурманская обл.- Карпаты.



направлении — например во фазах  $c$  и  $c+b$  или совпадают (например фаза  $b+d$ ).  
Значит, использование статистических закономерностей позволяет прогнозировать ретроспективно и вперед изменчивость радиального прироста и тем самым, своеобразным путем предвидеть благоприятные или отрицательные комплексы условий среды, определяющие приросты.

К северу линейность связи между амплитудами солнечной активности и радиального прироста сосен значительно уменьшается (Новгородская обл.  $r = 0,69 \pm 0,06$ , средняя Карелия  $r = 0,19 \pm 0,03$ ).

Наши исследования связи радиального прироста с солнечной активностью позволили установить: а) Прямую связь амплитуд радиального прироста сосны с амплитудами активности Солнца в 22-летнем цикле (Битвинскас, 1965, 1974 и др.); б) что лучше всего эта связь прослеживается по материалам сосны; в) о целесообразности изучения изменчивости радиального прироста в пределах (фазах) отдельных 22-х летних циклов; г) что тренды прироста меняют свой знак одновременно в крупных географических районах (Север, Прибалтика, Украина), и потому этот показатель можно использовать для прогнозирования продуктивности лесов; д) Не во всех районах страны (что наблюдается в других континентах) между активностью Солнца и приростом деревьев связь значима или вовсе не существует.

Но последнее можно доказать только обширными (глобальными) исследованиями.

#### 4.2.2. Годичные кольца и радиоуглерод

Вицепрезидент АН СССР академик В.П.Константинов и профессор д.ф.м.наук Г.Б.Кочаров 1965 г. выдвинули гипотезу о возможности использования содержания радиоактивного радиоуглерода  $^{14}C$  в годичных кольцах деревьев известного возраста, для изучения различных астрофизических и геофизических явлений прошлого. Таким путем предполагалось получить длительную информацию о влиянии солнечной активности, геомагнитного поля Земли, вспышек сверхновых звезд и других природных явлений на изменчивость  $^{14}C$  в биосфере Земли.

В разработке проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод", координируемой физико-техническим институтом им.А.Ф.Иоффе и выполняемой рядом учреждений СССР, автор и им руководимая ДНХ лаборатория принимала непосредственное участие при выполнении одного из узловых этапов, а именно:

а) В разработке методики и получения точно погодично датированной высоковозрастной древесины. Она представлялась радиоуглеродным лабораториям, принимавшим в разработке проблемы непосредственное участие;

б) в организации и в проведении поисков высоковозрастных моделей в потенциально богатых такими деревьями лесах Советского Союза.

В итоге проделанной работы для радиоуглеродных лабораторий было передано более 3000 точно датированных колец с Литвы, Карелии, Башкирии и других районов рядов за последние 400-700 лет, позволяющие определить изменчивость радиоуглерода в годичных кольцах сосны обыкновенной, лиственницы сибирской, ели обыкновенной и восточной, дуба черешчатого, тополя черного (Битвинскас, Аудицкас, 1969 в., 1969; Константинов, Кочаров, Янкавичюс, Битвинскас, Дергачев, 1970; Кочаров, Битвинскас и др., 1972; Битвинскас, Карпвичюс, 1978 б; Битвинскас, 1980).

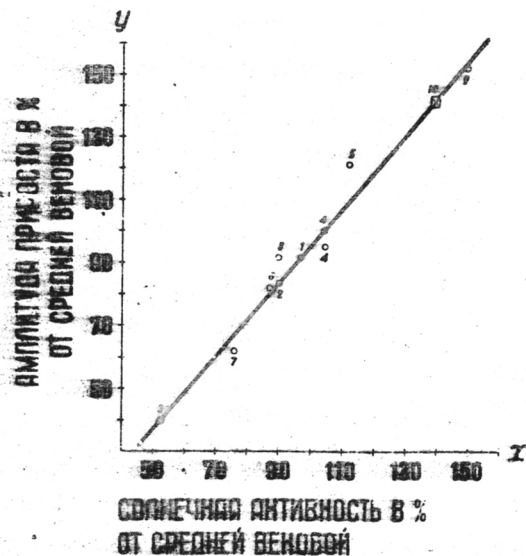


Рис. 4.4. Линейность связи амплитуда радиального прироста совокупностей насаждений сосны со солнечной активностью (в 22 - летних циклах). Черные кружки - ретроспективно восстановленная. Светлые - реально существующая. Квадрат - прогноз.

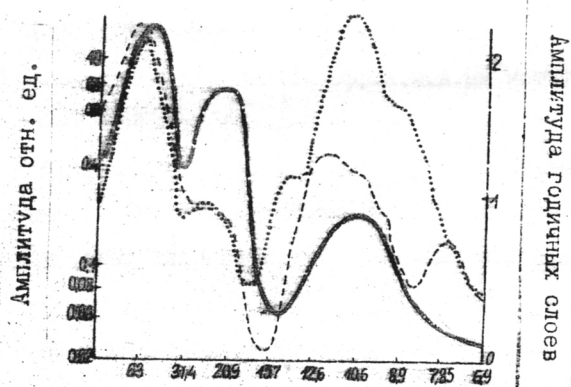


Рис. 4.5. Совмещенные спектры данных по содержанию радиоуглерода, числам солнечных пятен и ритмике годичных колец Северной Карелии.

Кривая радиоуглерода отстает от динамики прироста на 3 - 4 года.

1. — спектр содержания углерода;
2. — спектр ширины годичных колец;
3. — спектр числа солнечных пятен.

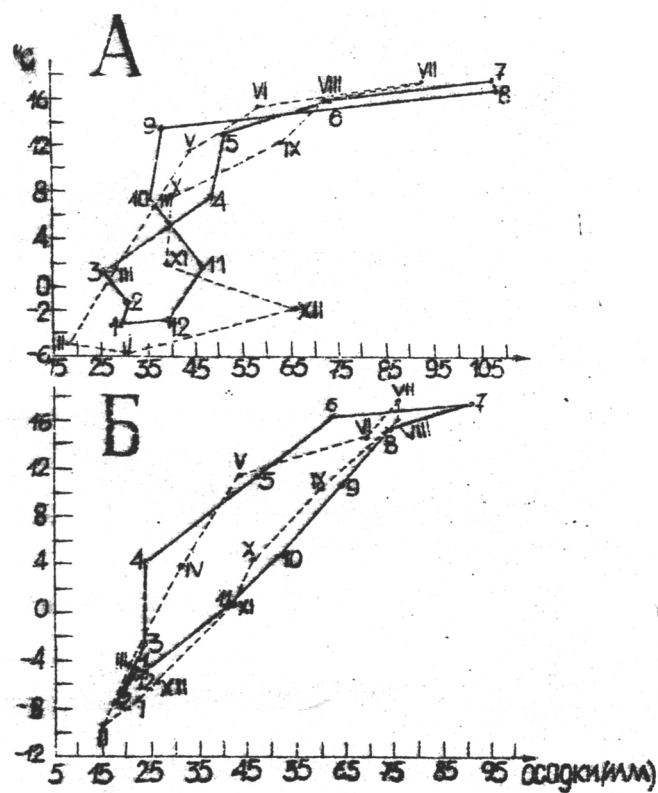


Рис. 4.6. Климаграммы сосны с центральной части Лит. ССР (Окрестности Каунаса) - А. Окрестности Новгорода - Б.

Сплошная линия отражает средние условия температур воздуха и количество осадков создающие оптимальные по ширине годовые кольца (индексы более 110%). пунктирная линия - пессимальные (индексы ниже 90%).

Созданные высоковозрастные дендрошкалы для радиоуглеродных исследований представляют и самостоятельный научный интерес как наиболее длинные ряды информации об изменяющихся условиях среды; так например на модели МН-3 (Кавказ-3), имеющей 600-летнюю продолжительность, взятой около Теберды, четко вырисовывались ледниковые периоды данной эпохи (Битвинский и др., 1981 а).

Радиоуглеродный метод оказался очень действенным методом для получения относительных дендрошкал. Радиоуглеродные лаборатории физико-математического института АН СССР, Тбилисского университета, Уральского пед.института и группа  $^{14}\text{C}$  ДХ ИБ АН Лит.ССР под руководством К.Шули и А.Даукантаса успешно датировали ряды с древесины ископаемой сосны с торфяников Ужпялю, Тирялис и Аукштасис Тирас, а также ствольную древесину дубов, извлеченных из песчано-гравийных залежей реки Нярис (Вилии).

Автор показал, что сочетание радиоуглеродного метода в комплексе с пыльцевым, ботаническим, степени разложения торфа и дендрохронологическим (с применением ряда математических приемов) позволяет уверенно датировать и увязывать дендрохронологическую информацию с различных горизонтов верховых и переходных месторождений. В Литовской ССР с хорошей синхронностью и достаточной обильностью в торфяниках можно найти только древесину сосны обыкновенной. Крупные запасы законсервированной самой природой древесины является пока не использованным источником информации о былых климатических и астрофизических явлениях прошлых тысячелетий.

В общем итоге, по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", получена и исследована информация о закономерностях изменения  $^{14}\text{C}$  в годичных кольцах дерева на территории Карелии, Литвы, Кавказа, в периоде более 200 лет установлены периодические изменчивости  $^{14}\text{C}$  имеющие связь с 11-летней и 22-летней и вековой цикличностью активности Солнца. Так что те самые ряды - материалы дали аналогичную информацию об периодичности и их зависимости от солнечной активности и по ширине изменчивости годичных колец деревьев, так и по содержанию  $^{14}\text{C}$  в них.

## 5.0. ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДЕНДРОКЛИМАТОХРОНОЛОГИИ

### 5.1. Дендроклиматохронология и лесное хозяйство

Емкость экологической информации, получаемой при изучении серий годичных колец деревьев, позволяет нам с новых позиций взглянуть на принципы типологии лесов и ее единицы.

Ширина годичных колец с большей наглядностью отражает физиологическое состояние леса в тех или иных условиях произрастания, показывает способность древостоя и его отдельных элементов противостоять неблагоприятным воздействиям в разные фазы жизненных циклов и поколений деревьев.

Амплитуды изменчивости радиального прироста леса показывают критические моменты его состояния, циклы - этапы его развития и формируют более полное представление о жизни леса. Дендрохронологические ряды, основанные на массовых материалах (представленные не менее 50-десятью - 100 образцами отдельных деревьев) даже в тонкостях отражает изменения

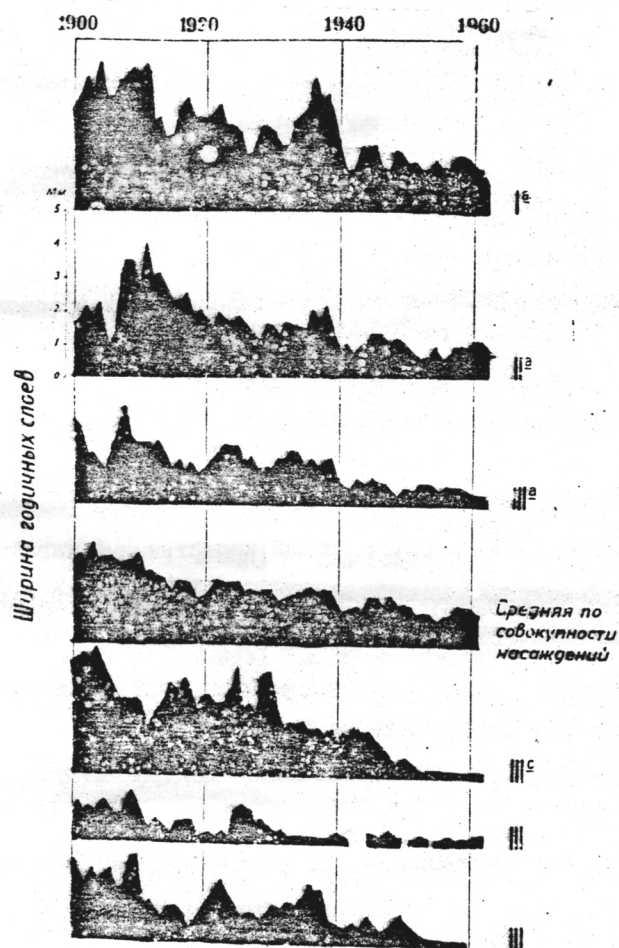


Рис. 5.1. Изменчивость ширины годовых колец различных деревьев сосны по сравнению с изменчивостью радиального прироста совокупности деревьев в условиях местопроизрастания В<sub>2</sub>. Классы: I<sub>a</sub> - прирост относительно большой и четкий, II<sub>a</sub> - средний по величине и достаточно четкий, III<sub>a</sub> - малый и достаточно четкий, III<sub>c</sub> - малый и нечеткий, III<sub>d</sub> - имеются выпадающие кольца, III<sub>e</sub> - прирост в последние годы прекратился.



радиального прироста, свойственные только этому типу леса (типу условий местопроизрастания). Это уже возможно использовать в проектах организации лесного хозяйства, поскольку дендроклиматологическая оценка радиального прироста леса позволили: а) Оценить условия роста, приростные изменения и состояния насаждений за прошлые десятилетия; б) Оценить условия роста, изменчивость прироста и состояния насаждений за последний период лесоустроительного цикла (десятилетие); в) Прогнозировать будущие условия роста насаждений, будущие приросты за последующий лесоустроительный период (десятилетие).

Тщательный анализ погодичной изменчивости годовых колец и многолетних тенденций дали возможность оценить эффективность лесохозяйственных мероприятий напр. лесосушения и наметить оптимальные режимы работы, для повышения биологической продуктивности лесов.

Разработанные нами методики использования дендроклиматохронологических методов в лесоустройстве (Битвинскас, 1965, 1974) и рекомендации (Битвинскас, 1980) включены в Правила по повторному устройству лесов Литовской ССР на почвенно-типологической основе (Вильнюс, 1981, с.100,102).

## 5.2. Индикация природных процессов и антропогенных воздействий

Попытки использовать древесные растения в качестве индикаторов природных процессов имеют столетнюю историю. Однако, они, как правило, носили качественный характер и только в последние десятилетия усилиями советских, скандинавских, западноевропейских специалистов наметился переход к получению количественных оценок связи годовичного прироста деревьев и элементов климата.

Анализ работ состояния данной проблемы выполнено нами ранее (Битвинскас, 1964, 1965 в, 1974, 1978 и др.), а также в библиографическом указателе "Дендроклиматохронология 1900-1970" (см. Битвинскас, 1978 н).

При проведении дендроиндикационных исследований на территории республики (как и в средней лесной полосе Европейской части СССР) необходимо было учитывать следующие особенности: а) Здесь нет четко выраженного лимитирующего фактора, как например, на границах леса; б) Существенное влияние оказывает фитоценотические и экологические факторы, так как модельные и учетные деревья выбираются как правило в сомкнутых древостоях с различной таксационной и типологической характеристикой (Битвинскас 1974 а); в) Потребность собирать и анализировать более массовый материал с широким охватом территории и типов условий местопроизрастания с целью выделения влияния регионального вклада в формирование прироста условий увлажнения, температурного режима воздуха и других элементов среды (Битвинскас, Ступнева 1978 з).

Вышеперечисленные особенности послужили основанием для разработки принципиальной схемы выбора объектов при организации исследований с различной целевой установкой (таблица 2).

По результатам поисков связей годовых колец с метеорологическими элементами можно сформулировать следующие положения: а) Установлены линейные связи изменчивости ширины годовых колец сосны и дуба с температурой воздуха и осадками (Битвинскас, 1965а, 1974а; Битвинскас, Карпавичюс, Кайрайтис, 1978; б) Предложены методы определения и выделения

Таблица 6.

# **Методика определения влияния исследуемых факторов на величину текущего прироста насаждения (с учетом климатических факторов)**

1. Составление дендрошкал (таблиц индексов прироста совокупности насаждений по диаметру)

$$I [z] = \frac{L [z] \cdot 100}{L [100\%]}$$

2. Проверка точности (стопуста) ритмичности колебаний прироста исследуемого насаждения с аналогичными приростами аналогичных по местоположению совокупностей насаждений за промежуток времени, в котором исследуемому насаждению или изучаемым объектам не было (с помощью сравнимых периодических индексов)

3. Учет изменений величин текущего прироста (ширины годичного слоя) в связи с изменением возраста насаждения (применяются соответствующие таблицы)

4. Исключение (заиминирование) влияния климатических факторов на величину текущего прироста (по ширине годичного слоя)

$$Z_m [100\%] = \frac{Z_m [n] \cdot 100}{I [n]} \text{ или } \frac{Z_m [z] \cdot 100}{I [z]}$$

$$I [100\%] = \frac{I [n] \cdot 100}{I [n]} \text{ или } \frac{I [z] \cdot 100}{I [z]}$$

5. Расчет годичного текущего прироста по запасу по имеющимся данным периодического текущего прироста (в необходимых случаях)

$$Z_m [z] = \frac{Z_m [n] \cdot I_z}{I_1 + I_2 + \dots + I_m}$$

6. Определение "нормальной" величины текущего прироста (ширины годичного слоя) с учетом влияния климатических факторов и с исключением изучаемых факторов

$$Z_m [n] = Z_m [100\%] \cdot I_n$$

7. Определение эффективности лесохозяйственных мероприятий или других исследуемых влияний на текущий прирост насаждения

$$Z_m [x] = Z_m [n] - Z_m [g]$$

(в случае исследования факторов отрицательно действующих на текущий прирост насаждения)

$$Z_m [x] = Z_m [g] - Z_m [n]$$

(в случае исследования факторов положительно действующих на текущий прирост насаждения)

локальных антропогенных и природных факторов среды на изменения прироста годичных слоев и продуктивность древостоев с учетом и исключением влияний мезоклиматических факторов среды (Битвинскас, 1965а, 1974а); в) Выработаны критерии выявления экологических ситуаций на территории Литовской ССР с использованием дендроклиматохронологических методов (Битвинскас, 1974а); г) Определено влияние циркуляции атмосферы на радиальный прирост по типизациям В.Л. Тердеевского и Г.Я. Вангейгейма - А.А. Гирса (Битвинскас, 1965а, 1974а.); д) Как показано в главе 4.2.1. при индизировании солнечно-земных связей установлено, что изменчивость радиального прироста дубовых и сосновых лесов в его амплитудах и трендах в реперной системе активности Солнца в определенных районах страны имеет свои закономерности.

#### 6.0. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ЛЕСОВ ЛИТОВСКОЙ ССР И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

##### 6.1. Основы построения серий годичных слоев по материалам хвойных и лиственных пород

Ограниченный объем доклада не позволяет автору широко оценивать вклад ученых, положивших основы дендрохронологическим исследованиям. А.Покорни, Ф.Н.Шведов, А.Е.Дуглас, С.Анштад, В.Глок, Б.Губер и другие многие сделали, чтобы серии годичных колец стали бы объектом точных датировок (дендрохронологическое направление), а их изменчивость - информацией о климате и активности Солнца (дендроклиматология).

Выклад в эти исследования ученых автор старался объективно оценить в ряде своих работ (Битвичаскас, 1964, 1965, 1969, 1974, 1978). Необходимо только отметить, что специфика экологических условий в лесах Прибалтики и то, что здесь впервые исследования были нецеленаправлены для изучения экологической среды леса (Битвинскас, 1953, 1958, 1965; Звиедрис, 1950, 1953; Звиедрис, Сапиенекс, 1958, 1960) и это позволило сформироваться лесоводственному направлению в дендрозоологических исследованиях, которому характерно: 1. Строгий учет экологических особенностей древесных пород, типов леса и лесных почв, условий местопроизрастаний. 2. Изучение динамики прироста не на отдельных деревьях, дающих большое варьирование ширины годичных колец, а на общие закономерности изменчивости прироста в насаждениях и в совокупностях насаждений. 3. Нами в Литве, а также латвийскими учеными было показано, что для дендроклиматологических исследований вполне пригодны не только хвойные и твердолиственные породы, но и мягколиственные, например, черная ольха, береза.

Именно массовость материала и достаточно длинные ряды позволили более объективно оценить пространственную и временную изменчивость сосны и дуба и убедиться в сходных реактивных особенностях других древесных пород - ели, лиственницы, черной ольхи, в характерные периоды времени.

Необходимость использовать материалы (годичные кольца) отдельных высоковозрастных моделей для изучения содержания <sup>14</sup>C, заставило нас параллельно закладывать пробные площади, для проверки синхронности выбранных моделей с общими закономерностями роста деревьев.

Для построения средних многолетних кривых широко использовался оригинальный прием скользящих двадцатилетних по пятилетиям кривых (для расчета индексов). Индексы рассчитан-

ные таким способом оправдались в Литовской ССР и близких к ней регионах, поскольку везде дали достаточно высокие связи с определенными климатическими факторами (температурой и осадками). Для районов с крупными ритмами изменчивости радиального прироста на севере, в горах, в болотных условиях были испытаны, проверены и частично взяты на вооружение другие методики расчета индексов, в частности метод Фритса-Мосиман и др.

Также считаем, что фетишизация методик в дендроклиматологических исследованиях иногда может принести больше вреда, чем пользы. По этому необходимо принимать и тематические приемы обработки материалов наиболее подходящие задачам исследований. Для крупных (глобальных) исследований следует выбрать согласованные (единые) методики наиболее подходящие для расшифровки климатических условий и прогноза будущего, в том числе, и ряды необработанные индексами (Битвинский, 1974 а).

Для построения высамовозрастных шкал был использован комплекс методических приемов, уточняющих место и время используемых серий годичных колец древесины - радиоуглеродный, ботанический, пылевой, дендрохронологический и ряд синхронизационных приемов - процент сходства кривых, корреляционные методы, спектры изменчивости годичных колец (разработанные лично автором), "реперные" годы и т.д.

Было обращено внимание и изучено явление псевдосходимости, с которой часто встречаемся синхронизируя дендрохронологические ряды неизвестных возрастов (Битвинский, 1972в, 1974а). Поэтому для синхронизации перекрестным датированием рекомендуется не ограничиваться каким то одним математическим методом, а использовать весь доступный комплекс математических и других методов, позволяющих выполнить эту задачу безошибочно.

Изучение естественной изменчивости динамики радиального прироста деревьев даже в чистых одновозрастных и экологически равноценных ценозах показали в условиях Литвы довольно большую изменчивость, а также выявили большую категорию деревьев не отличающуюся большим сходством с рядами совокупности насаждения.

Поэтому не теряет актуальности предложенная Т.Битвинским классификация радиально-го прироста деревьев по показателям его изменчивости (Битвинский, 1965, 1974а). Выявляемую часть рядов древесины не сходных с так называемым "мастер" (основными) хронологиями, надо уметь и без больших сомнений браковать и в хронологии не включать. Необходимо усиливать надежность синхронизации рядов годичных колец, построение дендрошкал хвойных и твердолиственных отдельно по ранней, поздней и годичной древесине.

Параллельность высокого сходства и корреляционной связи и наличие совпадений реперных изменений в спектрах ширины слоев отдельных деревьев является хорошей основой для уверенной синхронизации изучаемых рядов годичных колец.

## 6.2. Дендроклиматохронология как средство многолетнего прогнозирования условий среды

Опыт дендроклиматохронологических исследований, проведенных нами и нашими сотрудниками в Литовской ССР и в других районах СССР, а также учет исследований других исследователей в СССР и за рубежом, в первой очереди Г.Е.Комина, С.Г.Шиятова, Г.Фритса, Д.Стоктона, Э.Шмидта и др. позволяют нам делать некоторые обобщения

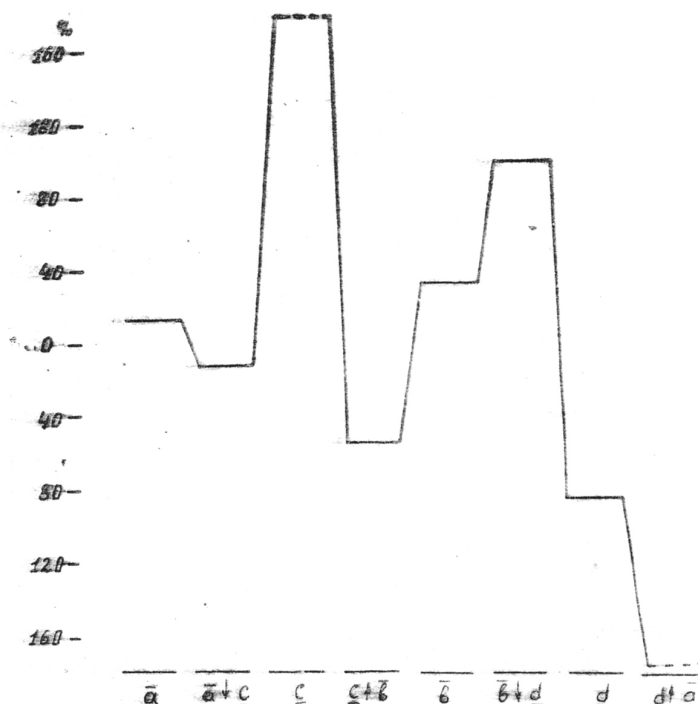


Рис. 6.1. Преобладающие тенденции (тренды) в радиальном приросте насаждений сосны в отдельных фазах солнечной активности (в нормальных условиях местопроизрастания). Суоярви. Карельская АССР.

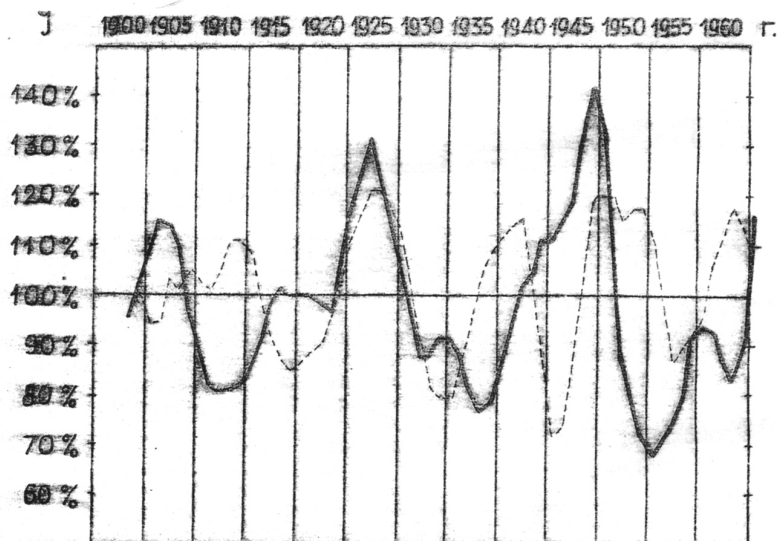


Рис. 6.2. Динамика радиального прироста сосны в условиях местопроизрастания в различных условиях режима влаги: а) в сосновых брусничниках, б) в сосняках сфагновых. Северо-восточная Литва.



Ретроспективный анализ созданных вековых и тысячелетних шкал позволяет достаточно объективно оценить изменчивость (ритмичность) радиального прироста насаждений. Но для этого необходима густая сеть вековых шкал, отражающих изменения среды по территориям крупных районов Земного шара.

Опыт исследований в СССР и в других странах уже на деле показал широкие возможности глобального подхода дендрохронологическими методами. Так лабораторией годичных колец деревьев (Аризонский университет) были освоены материалы за последние 300-500 лет по большей части североамериканского континента. В последнее время дендроклиматохронологической лабораторией ИБ АН Лит.ССР был заложен уникальный дендрохронологический профиль Литва-дальний Восток (примерно по 55-56 параллелям) который дает также информацию за отрезок времени от 200 до 400 лет. Подобная работа была проведена по профилю Мурманская обл. - Карпаты. Такие же работы проведены на Урале С.Г.Шиятовым и Г.В.Коминим.

Объективность закономерностей изменчивости макросреды за последние сотни лет объективно проверяется на десятках пунктов исследования по достаточно сложным многовековым шкалам, построенным по материалам современных деревьев, древесных строений, археологических объектов, древесины с торфяных и речных залежей.

Особенную ценность имеют торфяные залежи, поскольку в Европейской части древесина сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), а в Сибирских просторах и лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.) законсервированы во влажной и кислой среде тысячелетиями сохраняется без разрушений годичных слоев и может хорошо отразить, как показали наши работы, не только динамику гидротермической среды исследованного района, но по ширине колец - оптимальные и пессимальные периоды этого режима. Пока неисследованные возможности, но наверняка не менее впечатляющие, должны быть в древесине сохранившиеся на дне глубоких озер, например в Байкале, а также в почвах районов вечной мерзлоты.

О некоторых возможностях прогнозирования условий среды обсудим на материалах Литвы, как о наиболее представительных в наших исследованиях. В Литовской ССР подтвердилось положение нами высказанное в более ранних работах (Битвинскас, 1965, 1966), что в радиальном приросте сосны, в нормально увлажненных условиях произрастания сосны (и дуба), преобладает 11-летняя ритмичность (цикличность, на болотных - 20-22-летняя ритмичность прироста. Вековая (80-90-летняя) цикличность приблизительно можно считать как суммы 11-летних и 22-летних циклов, неодинаковых амплитудными характеристиками, и явно имеющую линейную связь с амплитудами индексов солнечной активности, выраженных в цифрах гидрологических годов. Многовековая цикличность (примерно 600-летняя), пока выявлена только по материалам торфяника "Ужиялю Тирилис", с использованием сложной комплексной методики датирования и выявлением условий среды с использованием палеоботанического, радиоуглеродного и дендроклиматологических методов (Битвинскас, Сазукинене, Григелите, 19766).

Для непосредственного прогноза амплитуд и трендов изменчивости радиального прироста успешно была использована предложенная Т.Битвинскасом система реперов солнечной активности, основана на том положении, что в ряде солнечной активности величина амплитудной изменчивости, преобладание положительных и отрицательных трендов (увеличения или понижения из года в год радиального прироста), имеют закономерный характер и поддается

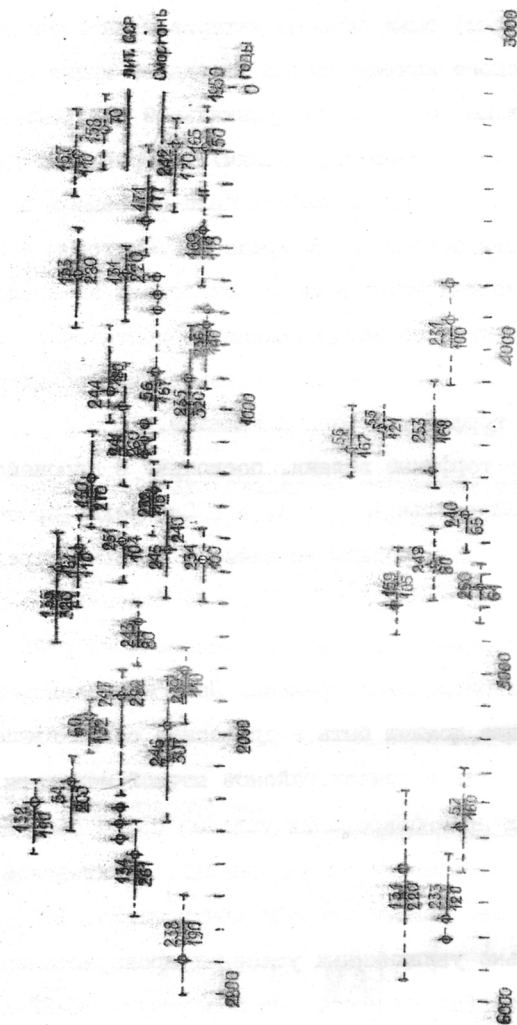


Рис. 6.4. Радиоуглеродным методом датированные серии годичных колец "сморгонские" дубы, найденные в песчаногравийных речных залежах реки Вилии (Нерис) жили в широком временном интервале. Расположение датированных образцов во времени показывает, что уже почти пять тысяч лет назад обильного датирующего и построения единой тысячелетней шкалы за последние 3000 лет. Условные знаки  $\delta$  - датированные радиоуглеродным методом кольца. Верхняя шкала - № образца, нижняя - число годичных колец в образце. "Лит. СОР" - общедатированная в Литве, "Сморгонь" - шкала живых дубов около г. Сморгонь.

предсказанию. Правда, этот метод тесно связан с методами предсказания ритмики солнечной активности, но практика показывает, что методы предсказания минимумов и высоты амплитуд солнечной активности уже работают удовлетворительно и могут служить основой дендроклиматологическим прогнозам, имеющим и свои непосредственные методы учета цикличности.

Например, нами было показано, что в Литве сравнительно пониженной изменчивостью прироста отличаются временные участки максимумов и первого минимума 22-летних циклов. Ветви возрастающей и снижающейся солнечной активности за исключением фазы  $d + \bar{a}$  отличаются большей изменчивостью. Повышенной изменчивостью в условиях Литвы отличается также фаза  $d$  - второй минимум солнечной активности (Битвинскас, 1974).

Своеобразная закономерность в изменчивости радиального прироста сосны наблюдается на болотных почвах. Так на северо-восточных болотах республики во фазах  $c + \bar{b}$  и  $\bar{b}$  проявляются резкие тенденции понижения прироста, определяющие 20-22-летнюю ритмичность радиального прироста на болотных почвах. В последний раз это случилось 1965-1969 гг.

Резко пониженным приростом отличается фаза  $d$  статистически проявившиеся в последнем столетии во всех условиях местопроизрастаний сосны (1912-1914; 1923-1934; 1953-1955; 1975-1977 гг.). Опыт последних лет показывает, что проявление неблагоприятных условий отразилось не только на наших деревьях, массово начавшие гнить в зонах усиленного антропогенного влияния (например, в зоне Йонавского химического завода), но был также неблагоприятен и для ряда сельскохозяйственных культур. Исследование гидротермических комплексных показателей за 1923-1981 гг. показали неблагоприятное сочетание температур воздуха и осадков с 1976 по 1980 гг. Восстановительный процесс (положительные тенденции в приросте) появляется, как правило во второй половине фазы  $d + \bar{b}$ , в данном случае - 1981 г.

Комплекс неблагоприятных климатических условий, влияющих на радиальный прирост сосны в Литве - это холодные зимние условия, поздняя весна, низкие летние температуры, засушливые весенне-летние условия (в нормальных условиях местопроизрастания). Как правило, один отрицательный фактор не может за один год резко изменить состояние и прирост леса и средние (11-летние и 22-летние) ритмы определяются многолетними комплексами отрицательных условий.

В Литовской ССР в нормальных условиях местопроизрастаний такие годы были 1927-1929; 1940-1942; 1952-1955; 1962-1965; 1969-1970; 1976-1980. Наибольшая вероятность в центральной Литве для проявления оптимальных условий годы 1983-1985; 1989-1995. Проявление комплекса особо отрицательных условий наиболее вероятно на пороге нового (21) века - 1999-2005 годы.

### 6.3. Принципы и результаты ретроспективного анализа и прогноза направленных изменений условий среды

Закономерности изменчивости годовичных колец (описанные в главах 3-5) позволяют сформулировать принципы ретроспективного анализа и прогноза наиболее вероятных изменений условий среды. Для этого необходимо иметь заложенные профили, или еще лучше - сеть дендрощкал, распределенных относительно равномерно-пространственно и возможно глубоких во времени.

Вследствии интенсивной эксплуатации лесных массивов и лесных пожаров в обжитых и мало обжитых районах, конечно, не легко найти многовековые деревья на всей территории Советского Союза. Наш опыт показывает о вполне реальной возможности покрыть территорию лесной и лесостепной зоны горного лесоводства шкалами возрастом 250-300 (400) лет, а в определенных точках методом перекрестного датирования - 500-1000-летними и еще более длинными.

Для ретроспективного анализа и прогноза особое значение имеет знание закономерностей изменчивости годовичных колец в наиболее распространенных условиях местопроизрастаний (это позволяет установить длину и амплитуду ритмичности в вековом аспекте солнечной активности). В условиях Литовской ССР, т.е. наиболее солнечно "пораженного" участка северных широт хорошо сохраняется влияние 22-летней солнечной цикличности, наиболее выраженной в болотных условиях местопроизрастания сосны.

В нормальных условиях местопроизрастания, а также в 22-летнем цикле изменчивости прироста болотной сосны обычно явно выражен и пик 11-летней цикличности.

Интересно заметить, что эта закономерность явно обнаруживается и на материалах ископаемой сосны, в торфянике "Ужпялю Тириялис" (имеется возрастная шкала за 2200 лет). Можно согласиться с американскими исследователями (Дж.Гриббин и другие, в кн.: Изменения климата, Гидрометиздат, 1980 г.), утверждающими, что конец 19-го и текущий 20-ый век были исключительно благоприятными для хозяйственной человеческой деятельности и биологической продуктивности (это подтверждается на дендрохронологических данных средних широт Советского Союза).

Картину вековой изменчивости климатических условий также открывает комплексное изучение торфяника "Ужпялю Тириялис". Пыльцевой, ботанический, радиоуглеродный и дендрохронологический методы показали существование более длинных (примерно 600-летних) природных ритмов (Битвинскас, Савукинене, Григелите, 1973).

2500-2200 лет назад по данным радиоуглеродно-ботанико-пыльцевого анализа был климат прохладный и влажный. Примерно столько же продолжались (1900-2200) оптимальные условия роста сосны (теплый и сухой климат). Массовая гибель деревьев произошла в начале нового ухудшения условий среды. Снова преобладает фускум торф, увеличивается количество пыльцы ели, ольхи и снижается процент пыльцы сосны и вереска.

Примерно 1600-1400 годы становятся более сухими, годовичные кольца менее изменчивы, но сосна на болоте довольно угнетена. Оптимальные условия роста в болоте проявились с 1000 до 900 года (с 600-тых годов условия роста снова ухудшаются). Слагается фускум торф малого разложения. Пни сосны редки, малых размеров, кратковозрастные. В последнем столетии климат становится теплее, происходит осушение торфяника с последующей его эксплуатацией.

Высоковозрастные шкалы деревьев в нормальных условиях местопроизрастаний показывают картину, главным образом, зависящую от температурных изменений воздуха. Была использована информация высоковозрастных моделей, взятых для углеродных исследований.

Пессимальные условия роста деревьев проявлялись на западном Кавказе 1410-1480 (1545); 1740-1850, в Балкирии - 1610-1650, 1840-1885, в Литве - 1715-1775 (по дубу), 1726-1825

(по сосне).

Оптимальные условия отмечены 1602-1630, 1850-1930 на Кавказе; 1653-1678, 1800-1820, 1890-1930 - в Балтии, 1825-1950 - в Литве.

Довольно близкие к этим данным в ряды С.Г.Шникова по Мангазею (1975); примерно 1420-1510, 1590-1530, 1800-1830 гг. были пессимальные условия в северных широтах. Самая длинная шкала на Земле, созданная американскими учеными, показывает ритмику близкую двойному вековому циклу (170-180 лет).

По этой шкале в последние два тысячелетия условия среды, если и учесть тенденцию естественного старения тысячелетних деревьев, явно ухудшаются.

В итоге можно сказать, что указанные восточноевропейские дендрохронологические данные показывают, что конец прошлого и начало XX-го столетий были "климатическим оптимумом", он имел почти глобальный характер и проявлялся во многих местах Евразии и в других континентах. Также было показано и нами во многих местах отмечен отрицательный 25-летний тренд в последнем периоде времени. Но по другим данным, он кончился и пока, в наших широтах (50-60°) средний прирост превышает средние многовековые значения и только последующие приросты могут показать дальнейшие тенденции климатических вековых изменений. Если средневековые (22-летние и 11-летние) изменения можем довольно хорошо предвидеть по аналогам прошлого, вековые ряды прироста деревьев для Европы пока не достаточно длинные и главное - сильно изменчивые, еще более длинными циклами, в которых пессимальные по приросту деревьев периоды называют физики "малыми ледниковыми эпохами".

Так что направленность вековых изменений среды пока остается под вопросом и человеческая деятельность, видимо, существенно повлияет (или уже влияет) на изменения среды и тем самым на прирост деревьев.

Прогноз среды на ближайшие 10-20 лет может опираться:

на прогноз солнечной активности, по крайней мере, на ближайшие 10-20 лет;

на отличное знание приростных изменений леса за время прогнозируемых фаз солнечной активности и экологических изменений, происходящих в те же периоды. Прогноз дифференцировать по условиям местопроизрастаний, по увлажненности (в равнинных условиях). Следить за состоянием постоянных пробных площадей леса и за изменением комплексных климатических показателей, позволяющих предвидеть состояние лесов, при определенной направленности изменений климатических факторов.

Уметь пользоваться данными индексов циркуляции атмосферы.

Поиск физического и биологического смысла в происхождении природных явлений наверно позволит в ближайшем будущем улучшить схемы и параметры моделей изменений, происходящих в лесных сообществах. Модели физических явлений в годичных кольцах, как например, содержание  $^{14}\text{C}$ , уже дают важную дополнительную информацию о влиянии космических факторов на природные явления макросреды, биосферу Земли.

Еще одним важнейшим этапом в дендрохронологических исследованиях предвидится исследование химического, в первой очереди изотопного, микросостава древесины вплоть до атомного. Но для этого требуется еще разработка не сложной, но точной аппаратуры и разработка методик требующих малых количеств древесины.



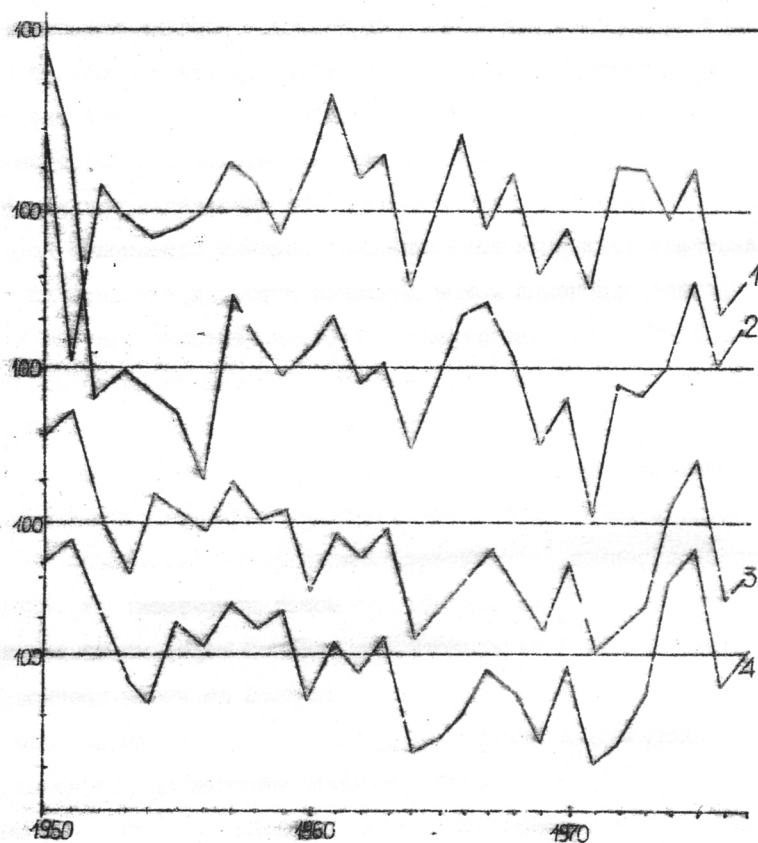


Рис. 7.1. Годичные индексы сосны Восточной Литвы:

1. Лесничество Лиепинес Немецкого лесх. сосняк брусничный.
2. Леснич. Антавилау Немецкого лесх. сосняк черничный.
3. Леснич. Анталедес Швенционельского лесх. сосняк бруснично-черничный.
4. леснич. Анталедес Швенционельского лесх. сосняк брусничный.

В районах, где ранее созданы дендрохронологические шкалы, достаточно при повторных экспедициях набрать годовичные кольца перекрывающие старые шкалы на 10 - 15 лет.

#### 6.4. Перспективы развития дендрозокологических исследований

Преимущество дендроклиматохронологического метода перед другими методами оценки среды — его пространственно-временные возможности. Серии годовичных колец как живых — современных деревьев, так и мертвой — сохранившейся древесины дает нам достаточно широкую информацию о времени, когда инструментальных наблюдений за состоянием среды не было. Дендрохронологические профили и глубокое зондирование прошлого комбинированными способами — перекрестным датированием позволяют нам восстановить макросреду былых тысячелетий.

Это показали и работы автора, вполне распространяемые и в другие районы Советского Союза. До сих пор многими исследователями недооценена информация о ранней и поздней древесине. Т.Битвинским и его сотрудниками показана ее особая полезность и развитие отечественной денситометрической аппаратуры, разработанная Красноярским Институтом физики АН СССР им.Киренского и Московским объединением "Спектр", заслуживает всякого содействия и развития.

Увеличение точности работы радиоуглеродной аппаратуры и ее перспективы работать с меньшим количеством древесины несомненно расширит наши понятия о вековых космических влияниях, особенно солнечной активности. Представительные всесоюзные и международные совещания специалистов показали необходимость глобальной постановки дендроклиматологических исследований. Для этого созданы Международный Банк годовичных колец (в США, Таксон) и Советский дендрохронологический (г.Каунас).

Т.Битвинским подсчитано необходимое количество пунктов исследований для глобальных разработок в некоторых регионах Америки, Европы и Азии. Так для Северо-Западной Европы следует иметь не менее 72, Юго-Западной — 66, средней Европы — 70, Закарпатских стран — 99, Балканов — 33 (пункта исследований). Всего для Западной Европы — следовало иметь не менее 340 пункта исследований, основной упор делая на изучение хвойных и дубовых насаждений.

В Советском Союзе следовало иметь равномерное распределение: в Европейской части — 119; на Урале и Западной Сибири — 182, в Восточной Сибири — 110, на Дальнем Востоке — 77 — всего СССР — 488 пункта исследований.

Следует сказать, что во многих районах Союза (Литва, Латвия, Урал, Карпаты) уже имеем даже больше таких пунктов и теперь фактически актуально уничтожение "белых пятен" на наших картах и усложнение, удлинение и построение более достоверных шкал по нашим регионам страны.

#### 7.0. В ы в о д ы

1. Основу дендроклиматохронологических исследований составляют ряды ширины годовичных слоев живых деревьев и насаждений, датированные ряды мертвой древесины, умелое использование экологических особенностей древесных пород и их условий местопроизрастания и широкое применение достижений смежных наук (лесной таксации, климатологии, математики, физики и др.) при синхронизации и в интерпретировании исследованных дендрохронологических данных.

2. Изучение и обобщение дендрохронологических рядов по хвойным и лиственным древесным породам (сосна, ель, лиственница, дуб, ольха) и другим, показало эффективность и перспективность использования рядов радиального годовичного прироста деревьев при исследовании закономерностей изменчивости продуктивности лесов и выявлении экологических факторов, опре-

делающих эти изменения как в Литовской ССР, так и в других исследованных районах.

3. Выявлена 11-летняя и 22-летняя ритмичность природных условий, линейность связи амплитуд радиального прироста деревьев с амплитудами 22-летнего цикла солнечной активности, вековые особенности изменчивости радиального прироста и особенности изменения величин и трендов радиального прироста в отдельных фазах солнечной активности. Это позволяет прогнозировать прирост лесов Литвы (на основании реперной системы прогнозов солнечной активности).

4. Материалы (дендроклиматологические шкалы) по профилю Мурманск - Литовская ССР - Карпаты, ряды с западного Кавказа и Башкирии позволили определить периоды оптимального роста наших лесов на крупных территориях и установить сроки экологических минимумов последних десятилетий. Показано преимущество профильного (пространственного) дендрохронологического метода в сравнении с отдельными пунктами аналогичных исследований.

5. Была предложена и широко использована методика сопоставления рядов годовичных колец различных экологических условий как средство расшифровки бывших эколого-климатических условий.

6. Было установлено закономерное изменение ритмичности радиального прироста сосны в сторону сужения длины циклов от севера к югу в западных районах Европейской части СССР.

7. Впервые в СССР был применен комплексный метод изучения истории былой среды с использованием дендроклиматологического, радиоуглеродного, пыльцевого методов и ботанического анализа торфяных залежей для получения синхронизированного ряда годовичных колец продолжительностью до 2200 лет (Торфяное месторождение "Ужлякка Тирялис"). Плавающие шкалы по ископаемому дубу, получены методом радиоуглеродного датирования, имеют даты до 5700 лет и почти перекрывают последнее 3-тысячелетнее (залежи реки Вилии - около г. Сморгонь). Эти исследования, а также исследования в некоторых других объектах, показали особую ценность (вместе с тем и сложность) построения хронологий годовичных колец древесины получаемых с законсервированных самой природой источников.

8. На основании теоретических положений и системы методических разработок изложенных в статьях 1958-1972 гг. и монографии "Дендроклиматические исследования", 1974 г. сформированы принципы определения эффективности лесохозяйственных мероприятий с учетом других факторов внешней среды с использованием индексов радиального прироста деревьев и насаждений, далее получил широкое применение при изучении эффективности лесных мелиораций, энтомофитовредителей, лесных пожаров, выбросов вредных газов и дыма, лесных удобрений и т.п. работах других исследователей.

9. Разработка методики погодичного разделения точно датированных годовичных колец позволили по содержанию  $^{14}\text{C}$  в годовичных кольцах деревьев выявить связь с солнечной активностью и другими астрофизическими и антропогенными факторами.

14-летняя практика суждения за средой дендроклиматологическими методами, в том числе 6-летняя - на постоянных пробных площадях в д. Вайшноринке, показало, что оправдываются предсказания экстремальных экологических условий среды, основанных на математико-статистических связях древесного прироста со солнечной активностью и климатическими факторами.

Данное обстоятельство позволяет широко рекомендовать для использования дендроклимато-

хронологический метод слежения и прогнозирования за макросредой в Литовской республике. Это внедряется по предложенной автором методике в лесустройство Литвы.

10. Наибольшая перспективность дендроклиматохронологических работ предвидится в глобально-пространственно-временном исследовании лесов земного шара, в кооперировании усилий специалистов различных специальностей, умелой дешифровкой информации по структуре годовичных колец и изучении их связи с комплексами макросреды, автоматизации научно-исследовательского процесса полевых и камеральных работ. Важнейшей чертой исследований является широкое применение дендрохронологического и дендроклиматологического метода в разных научных дисциплинах и в практике. Они, своим чередом, обогащают дендроклиматохронологию новой пространственно-временной информацией в виде новых научно-исследовательских объектов и новых методов интерпретирования данных.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Битвинскас Т.Т. Закономерности прироста насаждений. Мусу Гирес (наши леса), 1961, № 9, с.12-16 (на лит.яз.).
2. Битвинскас Т.Т. Текущий прирост насаждений и климатические факторы. Тезисы докладов VIII-й конференции преподавателей Лит.СХА, 1962, с.81-84.
3. Антанайтис В., Битвинскас Т. Исследование текущего прироста насаждений в Литовской ССР. Лесной журнал, 1963, № 4, с.35-38.
4. Битвинскас Т.Т. Динамика прироста насаждений и возможности ее прогнозирования (в условиях Литовской ССР). Доклады ТСХА, 1964, вып.99, с.497-503.
5. Битвинскас Т.Т. Сосны предсказывают погоду, Мусу Гамта, (Наша природа), 1964, б. № 3, с.41-42 (на лит.яз.).
6. Битвинскас Т.Т. К вопросу об изучении связи колебаний климата и прироста насаждений. Доклады ТСХА, 1965 в, вып.103, с.285-390.
7. Битвинскас Т.Т. Циклическое колебание ширины годовичных колец.- В кн.: Текущий прирост лесов Литвы, Лит.СХА, 1965 г. с.39-53.
8. Битвинскас Т.Т. Прирост древесины в лесах Литвы, Мусу Гамта (Наша природа), 1965 д, № 3, с.20 (на лит.яз.).
9. Битвинскас Т.Т. К вопросу о применении дендроклиматических методов в лесном хозяйстве.- Доклады ТСХА, 1965 е, вып.115, с.201-207.
10. Битвинскас Т.Т. К вопросу о применении дендроклиматических методов в лесустройстве.- В кн.: Современные вопросы лесустройства, Лит.СХА, 1965 ж, с.177-180.
11. Битвинскас Т.Т. Динамика прироста сосновых насаждений Литовской ССР и возможности его прогноза. Диссертация на соискание ученой степени канд. с.-х.н. Москва, ТСХА, 1965 з, 219 с. 119 с. приложений.
12. Битвинскас Т.Т. Динамика прироста сосновых насаждений Литовской ССР и возможности его прогноза. Автореф. диссертации канд.с.-х.н. М.: изд.ТСХА, 1966 а, 16 с.
13. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматология и дендрохронология.- Мусу Гамта (Наша природа), 1966 б, № 8, с.14-15 (на лит.яз.).
14. Битвинскас Т.Т. Деревья и Солнце.- Мусу Гамта (Наша природа), 1967 а, № 1, с.12-13

(на лит.яз.).

15. Битвинскас Т.Т. К вопросу о связи солнечной активности климата и прироста насаждений. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по научным итогам МГОС.М., 1967 б, с.1.
16. Битвинскас Т.Т. Возможности применения дендроклиматологического метода в практике лесного хозяйства в условиях Литвы.- В кн.: Вопросы древесного прироста в лесостроительстве, Лит.СХА, Каунас, 1967 в, с.75-81.
17. Адаменко В.Н., Битвинскас Т.Т., Колчин Б.А., Ловелиус Н.В. Аномальные годовичные приросты сосны в условиях циркуляции атмосферы за последние 65 лет.- В.кн.: Вопросы древесного прироста в лесостроительстве. Лит.СХА, Каунас, 1967 г.с.82-96.
18. Битвинскас Т.Т. Итоги дендроклиматологических исследований в Литовской ССР.- материалы Всесоюзного совещания.- научной конференции по приросту в лесостроительстве, Лит.СХА, Каунас, 1967 д, с.75-81.
19. Битвинскас Т.Т. Итоги дендроклиматологических исследований в Литовской ССР.- Материалы Всесоюзного совещания по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии, Вильнюс, 1968 а, с.3-11.
20. Битвинскас Т.Т. Цели и задачи дендроклиматологической лаборатории Института ботаники АН Литовской ССР.- материалы Всесоюзного совещания по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии, Вильнюс, 1968 б, с.144-147.
21. Битвинскас Т.Т. Применение дендроклиматологического метода для определения эффективности лесохозяйственных мероприятий.- Труды Лит.НИИЛХ, 1969 а, т.11, с.21-22 (резюме на немецком яз.).
22. Битвинскас Т.Т. Состояние изученности многолетних гелиобиологических ритмов методами дендроклиматологии в СССР.- В кн.: Адаптация организма при физических воздействиях. (материалы симпозиумов), Вильнюс, 1969 б, с.263-265.
23. Аудицкас С.И., Битвинскас Т.Т. О высоковозрастных дендроскалах и возможности их использования в радиоуглеродных исследованиях.- Труды Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1969 в, с.31-32.
24. Аудицкас С.И., Битвинскас Т.Т. Методика подготовки образцов древесины для радиоуглеродных исследований.- Труды Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1969 г, с.33-35.
25. Битвинскас Т.Т. Применение Дендроклиматологического метода при установлении лесохозяйственных мероприятий и влияния естественной среды на текущий прирост древостоев.- Труды III-ей Международной конференции по лесоведению "Лесная фертилизация". Прага, Чехословакия, 1969 д, с.81-84 (на немецком яз.).
26. Битвинскас Т.Т. Сравнительная оценка изменчивости некоторых комплексных климатических показателей в условиях Литовской ССР.- материалы совещания, Гидрометслужба Лит.ССР, Вильнюс, 1970 а, с.39-40.
27. Константинов Б.Н., Кочаров Г.Б., Янкавичус К.К., Битвинскас Т.Т., Дергачев В.А. Вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли и дендрохронологические и дендроклиматологические исследования.- Отчет Ордена Ленина Ленинградского физико-технического ин-



титута им. А. Ф. Моффе АН СССР и Института ботаники АН Лит. ССР. Ротопринт, Вильнюс, 1970 г., с. 67.

28. Битвинскас Т.Т., Кайрайтис И.И. Изменчивость радиального прироста насаждений и его зависимость от солнечной активности в Северо-Западной части СССР. — В кн.: Радиоуглерод (Материалы Всесоюзного совещания по проблеме "Вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли и радиоуглеродное датирование"), Вильнюс, 1971 г., с. 89-98.

29. Колчин Б.А., Битвинскас Т.Т. О методиках и современных проблемах дендрохронологии. — В кн.: Радиоуглерод, Вильнюс, 1971 г., с. 57-62.

30. Битвинскас Т.Т. К вопросу о связи активности Солнца и прироста насаждений. — Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. М.: Наука, 1971 г., с. 1-10.

31. Колчин Б.А., Битвинскас Т.Т. Современные проблемы дендрохронологии. — В кн.: Проблемы абсолютного датирования в археологии. М.: Наука, 1972 г., с. 80-92.

32. Битвинскас Т.Т., Дергачев В.А., Кайрайтис И.И., Закарка Р.А. К вопросу о возможности построения сверхдолгосрочных дендрохронологий в Южной Прибалтике. — В кн.: Дендроклиматохронология и радиоуглерод. Каунас, 1972 г., с. 69-75.

33. Битвинскас Т.Т. О некоторых вопросах синхронизации (верификации) в дендрохронологических исследованиях и принципах классификации и отбора дендрохронологического материала. — В кн.: Дендроклиматохронология и радиоуглерод. Каунас, 1972 г., с. 148-158.

34. Кочаров Г.Е., Алексеев В.А., Арсланов Х.А., Битвинскас Т.Т. и др. Временные вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли и различные астрофизические и геофизические явления. — В кн.: Дендроклиматохронология и радиоуглерод. Каунас, 1972 г., с. 213-217.

35. Битвинскас Т.Т. Вычисление средних величин ширины годичных слоев и методика учета и исключения фактора возраста в дендрохронологии и дендроклиматологии. — В кн.: Проблемы экспертизы растительных объектов. М., 1972 г., с. 68-80.

36. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. — Л., Гидрометеосдат, 1974 г., с. 172 (Монография).

37. Нестеров В.Г., Битвинскас Т.Т. К вопросу о взаимосвязи солнечной активности, климата и прироста леса. — В кн.: Биологические системы в земледелии и лесоводстве. М.; Наука, 1974 г., с. 127-128.

38. Битвинскас Т.Т., Кайрайтис И.И. Динамика радиального прироста дубовых насаждений Литовской ССР и ее зависимость от некоторых климатических факторов. — Труды У-го Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод". Тбилиси, 1974 г., с. 163-173.

39. Битвинскас Т.Т., Дергачев В.А., Кайрайтис И.И., Кочаров Г.Е., Янкавичюс К.К. Разработка биоэкологических основ дендрохронологии в СССР. — В кн.: Биоэкологические основы дендрохронологии (Материалы к симпозиуму XII-го международного ботанического конгресса Ленинград, июль), (на русск. и англ. яз.), Вильнюс-Ленинград, 1975 г., с. 5-II, 86-90.

40. Битвинскас Т.Т., Кайрайтис И.И. Динамика радиального прироста дубовых насаждений Литовской ССР и ее связь с условиями среды, климатом и солнечной активностью. — В кн.:

Биологические основы дендрохронологии. Вильнюс-Ленинград, 1975 б, с.69-74

41. Битвинскас Т.Т. Дендрощкалы сосны Литовского Приморья.- В кн.: Фитогеографическая, флористическая и геоботаническая характеристика приморской растительности (Материалы XIII-й конференции-экспедиции ботаники 22-29 июня 1976 г.), Вильнюс, 1976 а, с.68-70.

42. Битвинскас Т.Т., Савукинене Н.П., Григелите М.А. Применение комплексного метода исследований при изучении палеосреды (по материалам торфяника "Ужпялю Тириялис").- В кн.: Индикация природных процессов и среды. Вильнюс, 1976 б, с.31-33.

43. Битвинскас Т.Т., Дергачев В.А., Кочаров Г.Е., Лийва А.А., Суурман С.О., Шулия К.С. Использование радиоуглеродного метода датирования в целях создания сверхдолгосрочных дендрощкал в условиях Южной Прибалтики.- Труды VI-го Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 а, с.185-192.

44. Битвинскас Т.Т. Дендрохронология Т.Т. Дендрохронология заказника Баранава.- В кн.: Баранавский заказник. Вильнюс, мокслас, 1977 а, с.52-55(на лит.яз.).

45. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматологические исследования в Литве.- Некоторые аспекты (верификации) в дендроклиматологических исследованиях и выбор дендрохронологического материала. В кн.: Доклады на русском языке по дендрохронологии и дендроклиматологии, 1968, 1970, 1972. - Оксфордский университет 1977, с.99-108 (на англ.яз.).

46. Битвинскас Т.Т., Карпавичюс И.И. Отбор отдельных деревьев сосны обыкновенной по внешним признакам для радиоуглеродных исследований.- Труды VI-го Всесоюзного совещания по проблеме: "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 б, с.203-207.

47. Кочаров Г.Е., Битвинскас Т.Т., Малицкас Е.П. Автоматизированная система дендроклиматохронологических исследований. Труды VI-го Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Тбилиси, 1978 в, с.213-215.

48. Битвинскас Т.Т. Научные результаты дендроклиматологической лаборатории Института ботаники АН Лит.ССР.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978 а, с.3-9.

49. Битвинскас Т.Т. Динамика и ритмика прироста лесов Литовской ССР в зависимости от условий местопроизрастания и климатических факторов.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев, Каунас, 1978 б, с.10-12.

50. Битвинскас Т.Т. К вопросу о возможности построения сверхдолгосрочных дендрощкал в Южной Прибалтике.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978 в, с.45-51.

51. Битвинскас Т., Дергачев В., Даукантас А., Лийва А., Суурман С., Шулия К. Использование радиоуглеродного метода датирования в целях создания сверхдолгосрочных дендрощкал.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978 г. с.51-55.

52. Битвинскас Т., Григелите И., Савукинене Н. Стратиграфия и развитие болота "Ужпялю Тириялис".- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978 д. с.56-61.

53. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматологические исследования условий среды профильным методом.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978 ж, с.62-70.

54. Ступнева А., Битвинскас Т. Динамика прироста сосны и спектральный анализ на различных участках профиля Мурманская обл. - Закарпатье.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас. 1978 г., с.70-72.
55. Битвинскас Т.Т. Солнечная активность и закономерности радиального прироста сосны.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978 г., с.74-80.
56. Битвинскас Т., Карпавичус И., Кайрайтис И. Статистическая закономерность корреляционных связей с климатическими факторами отдельных деревьев, групп деревьев и лесных насаждений. Общность реакции сосны и дуба на климатические факторы.- В кн.: Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978г., с.87-88.
57. Битвинскас Т.Т., Кайрайтис И.И. Дендрохронологические шкалы профиля Мурманск-Карпаты.- В кн.: Дендроклиматологические шкалы Советского Союза. Каунас, 1978 л., с.52-78.
58. Битвинскас Т.Т. Сверхдолгосрочные дендрошкалы и перспективы их создания.- Тезисы докладов к III-й Всесоюзной конференции по дендроклиматологии "Дендроклиматологические исследования в СССР", Архангельск, 1978м., с.15-16.
59. Битвинскас Т.Т. Введение к библиографическому указателю "Дендроклиматохронология 1900-1970", Вильнюс, 1978г., с.7-16 (на русск. и лит.яз.).
60. Битвинскас Т.Т. Возможности использования дендрохронологического метода в изучении закономерностей изменчивости условий среды растительного мира"- В кн.: Умиротворение растительного покрова при оптимизации ландшафта (Материалы II-й Всесоюзной школы, Каунас, 10-14 сентября 1979 г.), Вильнюс, 1979, с.34-37.
61. Битвинскас Т.Т. Дендрохронология на службе радиоуглеродных исследований.- Тезисы VII-го европейского симпозиума по космическим лучам. Ленинград, 1980, УИИ АН СССР им. А.Ф.Иоффе, 1980, с.105.
62. Битвинскас Т.Т. Дендрохронологические шкалы сосны Литовской ССР.- В кн. Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, ч.2, Каунас, 1981, с.4-16.
63. Битвинскас Т., Кайрайтис И., Брукштус В., Навасайтис М. Годичные кольца и проблема "Астрофизические явления и радиоуглерод".- В кн.: Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, ч.2, Каунас, 1981а, с.87-119.
64. Битвинскас Т.Т., Савукинен Н.П., Григелите М.А. Развитие болота "Аукштой Шлиня" и растительного покрова его окрестностей и дендрохронологический материал торфяника.- В кн.: Пространственные изменения климата и годичные кольца деревьев, 1981 б, с.14-20.
65. Битвинскас Т., Кайрайтис И., Карпавичус И., Брукштус В. Комплексное исследование изменчивости условий среды (станция ботанических и дендроклиматологических исследований в национальном парке Литовской ССР - дер.Вайльноришкес).- В кн.: Пространственные изменения климата и годичные кольца деревьев, 1981в, с.87-119.
66. Битвинскас Т.Т. Кушликис Ю.М., Гикис И.И. Синхронизация серий годичных колец при помощи ЭВМ БЭСМ-6. В кн.: Радиальный прирост и дендроиндикация (Математическое обеспечение), Каунас, 1981 г., с.4-21.
67. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматохронология Северо-западной части Европейской части СССР (По исследованиям дендроклиматохронологической лаборатории Института ботаники АН

Литовской ССР). Доклад к международному симпозиуму "Влияние изменений солнечной активности на климат", 24-30 мая 1981, Каунас, 1981г., 26 с.

С. Витвинская Т.Т. Европейская Россия. (Северная Гемисфера) Кн.: Климат с годовыми колеб. Печать Кембриджского у - та с.150 - 151 на англ. яз. .