

Диссертационная работа выполнена на кафедре лесоводства Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. Экспериментальная часть — в лесах Литовской ССР.

Работа содержит 219 страниц машинописного текста, 24 таблицы и 81 рисунок. В списке использованной литературы 317 работ, в том числе 187 на русском, 34—на литовском и 96—на иностранных языках. В приложениях 153 таблицы.

Автореферат разослан 1966 г.

Защита состоится 1966 г. в Совете факультета агрохимии и почвоведения Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Отзывы просим прислать по адресу: г. Москва, А—8, ул. Тимирязевская, 49, корп. 10 в Ученый совет ТСХА.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение продуктивности лесов и рациональное использование древесины является важнейшей задачей лесного хозяйства, от решения которой во многом зависит развитие народного хозяйства и построение материально-технической базы коммунизма в нашей стране.

Особенно актуальное значение это имеет в зоне интенсивного лесного хозяйства, в том числе и Литовской ССР. Для достижения поставленной цели нужно учитывать не только ресурсы древесины в настоящее время, но и текущий прирост насаждений, с помощью которого можно дать более правильную оценку накоплению лесных запасов в прошлом, настоящем и будущем, а также рассчитать экономическую эффективность проведенных и намеченных лесохозяйственных мероприятий. Хотя методы определения текущего прироста указаны в новой лесоустроительной инструкции и внедряются в производство, однако сфера применения расчетов текущего прироста в лесном хозяйстве еще недостаточно ясна и методика его использования далеко не разработана. В связи с этим целью нашей работы мы поставили определение в количественном выражении связи текущего прироста древесины сосны с показателями изменяющихся климатических условий и разработку научных основ и методических приемов учета и прогноза прироста с помощью дендроклиматического метода.

Дендроклиматический метод — изучение и использование закономерных изменений годичного прироста деревьев и насаждений в зависимости от климатических колебаний. В данном методе можно сравнительно тонко использовать принцип биоэкоза, определяющий соответствие организмов и среды.

Естественноисторические условия сосновых лесов Литовской ССР

Во второй главе рассматриваются статика и динамика климата в Литовской ССР, почвенно-грунтовые условия сосновых лесов, дается общая характеристика Государственного лесного фонда сосновых насаждений республики, приводятся

типы леса и типы условий местопроизрастаний сосны, а также закономерности ее распределения по территории республики.

Программа и методика исследований

В начале главы дается краткий литературный обзор дендроклиматических и дендрохронологических исследований, а также рассматривается необходимость использования дендроклиматического метода в исследованиях текущего прироста. Указывается, что отсутствие массовых исследований не позволяло этот метод внедрять в современное лесное хозяйство. Нужно не только научиться читать записанные самим лесом изменения климатических условий, уметь учесть реакцию леса на изменения условий среды, но и использовать наиболее полно установленные закономерности в лесохозяйственных целях. Поэтому в условиях интенсивного лесного хозяйства важно изучать не только историю и современное воздействие климатических факторов на текущий прирост насаждений, но и выяснять возможности его прогноза.

В 13 лесхозах Литвы были заложены в насаждениях сосны 105 временных и постоянных пробных площадей. На каждой из них было взято возрастным буровом от 20 до 100 образцов древесины. На 56 пробных площадях было срублено 700 модельных деревьев, на которых был определен периодический текущий прирост за последнее десятилетие, изучен также годичный прирост по высоте и динамике прироста по относительным высотам (на 10 пробных площадях).

Ширину годичных слоев камерально измеряли стереоскопическим микроскопом МБС-1 с точностью до 0,1 или 0,05 мм. Для вычисления средней ширины годичных слоев насаждений показатели ширины годичных слоев учетных деревьев суммировали по отдельным календарным годам и полученную сумму делили на число образцов древесины для каждой пробной площади. По данным средней ширины слоев насаждений были построены графики, которые наглядно показывают колебания годичного прироста по годам. Всего за 1953—1963 гг. было сделано более 320 000 измерений на 5000 образцах древесины.

Для изучения динамики годичных слоев насаждений были использованы также и процентные отклонения годичных величин прироста от средних многолетних данных. Средние многолетние (кривые большого роста) должны правильно отобразить действительные изменения прироста сосны по диаметру в зависимости от возраста. (Обычно в лесотаксационной литературе встречаются высказывания, что периодический текущий прирост, рассчитанный по пятилетним или десятилетним

скользящим группам слоев древесины, достаточно выравнивает колебания прироста, происходящие вследствие изменчивости комплекса климатических факторов). На основе многократной проверки мы пришли к выводу, что зависимость прироста от возраста наиболее объективно отображается не 5, 10 и 15-летними скользящими, а 20-летними скользящими кривыми прироста по диаметру (с шагом по пятилетию и последующим графическим нахождением средней многолетней для каждого года).

Проценты отклонений годичного прироста по диаметру от средних многолетних величин в дендроклиматической литературе принято называть индексами годичного прироста.

Благодаря вычислению годичных индексов изменения в приросте насаждений фиксируются в относительных величинах. Одновременно исключается фактор возраста и частично другие — случайные факторы. Индексы годичного прироста легко сравниваются и обобщаются по породам, типам леса (типам условий местопроизрастания), а также по отдельным климатическим (географическим) районам. Прирост отдельных сосновых деревьев проанализирован за период 240—260 лет (Нерингский лесхоз); 31 насаждение — за 100—150 лет, в среднем — за 80 лет. Данные годичных индексов сведены в таблицы индексов совокупности насаждений по основным группам типов леса и типов условий местопроизрастаний, а также показаны на графиках. Материалы по 60 пробным площадям были обработаны на вычислительных машинах.

О правильности выбранного метода расчета средней многолетней (двадцатилетней скользящей по пятилетиям) и рассчитанных по ней годичных индексов свидетельствуют сходные величины годичных индексов, рассчитанные по разновозрастным пробным площадям, в отдельных календарных годах, и связи, полученные между годичными индексами, климатическими показателями и солнечной активностью.

При изучении годичного прироста одним из труднейших вопросов остается сопоставление годичных слоев разных отдельных деревьев по календарным годам (верификация).

В одном из разделов методики рассматриваются методы верификации годичных слоев по календарным годам. На основе методов Глока (W. S. Glock), Хубера (B. Huber) и других ученых нами разработаны усовершенствованные способы верификации.

Исследование динамики прироста сосновых насаждений

В разделе I рассматривается закономерность изменений радиального прироста сосны по типам леса (типам условий местопроизрастаний), а также достоверность результатов в зависимости от числа используемых образцов.

Закономерности изменений прироста по диаметру в зависимости от возраста определяются уравнениями гиперболы. Например, динамика прироста сосны по диаметру на высоте груди в насаждениях Дубровской лесной опытной станции (Ссу, св; Р. т. ох., бонитет I) выражается уравнением

$$y = \frac{248,4}{x} + 2,72; \quad (1)$$

в Глукском лесничестве Варенского лесхоза (С св; А₂—В₂; Р. сл.—Р. в., бонитет III) она определяется уравнением

$$y = \frac{147}{x} + 1,98, \quad (2)$$

где у — ширина годовых слоев насаждений, в мм;
х — возраст насаждений, лет;

Коэффициенты меняются в зависимости от бонитета и типа местопроизрастания.

Средний коэффициент вариации (Cv) годового прироста по диаметру сильно меняется в зависимости от числа используемых образцов, разнообразия классов прироста учетных деревьев, а также календарного срока исследований. Так, в годы с наиболее благоприятными условиями роста деревьев коэффициент вариации годового прироста по диаметру увеличивается. В среднем коэффициент вариации годовых слоев чистых одновозрастных насаждений сосны составляет около 50% (при колебании в отдельные годы от 30 до 70%).

При расчетах средней ширины годовых слоев насаждений по 25—50 учетным деревьям показатель точности составлял в среднем 7—10%, что для практических целей вполне допустимо. Для вычисления средней ширины годовых слоев сосновых насаждений с заданной точностью на основе экспериментальных данных создана специальная таблица (при среднем коэффициенте вариации 50%).

Таблица 1

Средний показатель точности (Р) средней ширины годового слоя насаждения в % в зависимости от числа учетных деревьев

n	5	10	15	20	25	30	40	50	100	200	300	500	1000
Р	21,8	15,4	12,6	10,6	9,7	8,9	7,7	6,9	4,9	3,4	2,8	2,2	1,5

В разделе 2 рассматриваются вопросы, насколько прирост отдельных деревьев может отражать прирост насаждений и предлагается схема классификации прироста деревьев сосны по величине прироста за настоящий и прошлый периоды (классы I, II, III) и по четкости реакции прироста дерева

на изменение климатических факторов. Группа а — деревья, четко реагирующие на изменение климатических факторов; б — менее четко реагирующие, с — деревья, нечетко реагирующие на изменения среды. В отдельные группы выделяются также деревья, у которых в некоторые годы выпадают годовые кольца (группа d), а также деревья, прирост которых по диаметру в последние годы прекратился (е). Распределение деревьев по классам прироста осуществляется расчетным путем.

Таким образом, в зависимости от целей лесоводственных исследований можно выделять те или иные группы учетных деревьев по предложенной нами схеме.

В разделе 3 рассматривается годичный прирост деревьев и насаждений как индикатор условий среды, а также излагается исследование периодичности колебаний ширины годовых слоев насаждений сосны в различных условиях местопроизрастания.

Хотя динамика прироста насаждений сосны и очень разнообразна, все же можно выделить группы и подгруппы типов леса и типов условий местопроизрастания, имеющих сходную динамику прироста.

В разделе 4 помещены составленные нами таблицы годовых и средних периодических индексов совокупности насаждений, которые можно использовать на практике.

Лесоводы наиболее часто пользуются данными текущего прироста, вычисленного не по одному годовому слою, а по двум, трем, пяти, десятигодовым слоям. Поэтому по данным годовых индексов были вычислены периодические индексы прироста (табл. 2).

Приведенные в таблице индексы прироста представляют средний показатель за отмеченный год или за год и предшествовавший ему период.

Раздел 5. Исследования показали, что изучать динамику ранней и поздней древесины целесообразно в том случае, если мы хотим выявить комплекс факторов, влияющих в том или ином году на формирование годового слоя.

На соотношение ранней и поздней древесины сосны в годовых слоях влияют:

а) возраст насаждений; с возрастом процент поздней древесины увеличивается;

б) тип условий местопроизрастания; в одновозрастных насаждениях сосны, начиная со среднего возраста в относительно хороших условиях местопроизрастания, наблюдается больший процент поздней древесины, чем в сравнительно плохих условиях;

в) относительная высота ствола; процент поздней древесины уменьшается в направлении от основания ствола к вершине.

На многолетнюю динамику формирования ранней и поздней древесины влияет в большинстве случаев тот же самый комплекс — климатические факторы, которые определяют ритмику годовых слоев в целом.

Таблица 2

Распределение годовых и периодических индексов прироста совокупности насаждений сосны по годам (в % от средней многолетней величины)
(Тип леса — сосняк сфагновый по В. Н. Сукачеву; сосняк болотный по В. Г. Нестерову; тип условий местопроизрастания А₅—В₅ по П. С. Погребняку).
Швенчонельский лесхоз Литовской ССР.

Годы Индексы	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Годичные	70	72	62	78	82	97	84	91	94	76
Двухлетние	71	71	67	70	80	89	95	92	92	85
Трехлетние	77	71	68	71	74	79	91	94	93	87
Пятилетние	96	88	72	71	73	78	82	88	91	90
Десятилетние	110	106	101	97	92	87	82	81	81	81
	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949
Годичные	105	117	110	118	128	148	150	102	88	72
Двухлетние	109	111	113	114	123	138	149	126	95	80
Трехлетние	105	111	111	115	118	131	142	133	113	97
Пятилетние	99	106	108	112	116	117	131	128	123	112
Десятилетние	91	93	95	99	105	111	118	119	117	114

В отдельные годы возможны довольно большие отклонения в соотношении ранней и поздней древесины в годовом слое вследствие различия изменчивости климатических факторов в течение года.

В разделе 6 изучение связей годового прироста насаждений с климатическими факторами проводилось двумя способами: 1) сопоставлением данных дендрошкал по основным типам леса и типам условий местопроизрастания с отдельными климатическими элементами, определенными для разных периодов года (месяцы, сезоны, годы); 2) построением комплексных показателей и изучением сходства их динамики с приростом насаждений.

Так, например, динамика роста в свежих суборях — в сосняках чернично-кисличниках — С₂ — имеет свой характерный рисунок, где хорошо выражено падение радиального прироста в 1931, 1932, 1940, 1941, 1942, 1955, 1956 гг. и увеличение его в 1921, 1922, 1923, 1936, 1937, 1938, 1939, 1945, 1946, 1948, 1949, 1950, 1951 годах.

Динамика роста сосновых насаждений, как правило, характеризуется в каждом году типичными величинами индексов. В отдельные периоды времени индексы прироста близки к средним многолетним величинам, в некоторые же годы — резко отличаются от них. При изучении очень длинных рядов годовых индексов наблюдается заметное закономерное повторение величин этих индексов. Так, повторяемость величин годовых индексов, рассчитанных по двадцатилетним и тридцатипятилетним скользящим средним многолетним величинам в Нерингском лесхозе (пробная площадь 5), достаточно закономерна — примерно в 23% случаев годовые индексы равны или близки к средним многолетним; в 60% случаев годовые индексы составляют 85—114% от средней многолетней величины и в 85% случаев — 75—124%. Только в 15% случаев — 134—154 и 65—45% от средней многолетней величины.

Интересно отметить, что величины годовых индексов прироста за последние 200 лет распределяются по кривой Гаусса.

Наше исследование годового прироста последних 40 лет подтвердило правильность предположений о том, что именно температурный режим является главным, решающим (и ограничивающим) фактором, определяющим прирост насаждений. Вместе с тем следует указать и на то, что наибольшее сходство кривые годовых индексов имели с кривыми средних температур не по отдельным месяцам или сезонам, а по двенадцатимесячному циклу в целом, началом которого является сентябрь, а концом — август. Например, сходство кривых прироста по диаметру в сложных суборевых сосняках с температурным графиком за сентябрь — август составляет 76%, тогда как сходство кривой прироста тех же насаждений сосны с кривой среднегодовых температур за январь — декабрь равно лишь 58%.

Если динамику годового прироста сосны в целом определяет температурный режим, то особенности динамики прироста по основным типам условий местопроизрастания зависят, главным образом, от режима влажности.

Изучение динамики прироста сосны по различным типам условий местопроизрастания и сопоставление ее с соответствующими климатическими факторами позволяют определить комплекс факторов, влияющих на изменение текущего прироста в разных условиях среды.

Построение комплексных климатических показателей позволяет характеризовать общие причины изменчивости условий среды и использовать эти показатели в целях прогноза прироста насаждений.

Однако надо сказать, что нельзя построить универсальные комплексные климатические показатели, поскольку дина-

мика прироста сосны в различных условиях местопроизрастания образуется под влиянием различных условий среды. Поэтому комплексные климатические показатели, отражающие динамику роста сосны, нужно строить отдельно для основных групп условий местопроизрастаний (это замечание относится и к другим породам). Исключение могут составить только комплексные показатели, характеризующие общие процессы изменчивости среды, существенно влияющие на динамику прироста всех насаждений.

Комплексные климатические показатели помогают предсказывать тенденцию снижения или повышения прироста древесины.

Раздел 7. Нужно отметить, что до сих пор достаточно не были разработаны методы применения дендроклиматических исследований в лесном хозяйстве. Именно эти методы дают возможность использовать новые приемы расчета и оценки текущего прироста с учетом и элиминированием динамических процессов в связи с изменчивостью климатических факторов и возраста насаждений. Такие методы тем более необходимы потому, что, как правило, после проведения ряда лесохозяйственных мероприятий в насаждениях не оставляют контрольных участков. В связи с этим лесоустроители и лесоводы практически не имеют возможности оценить по текущему приросту эффективность лесохозяйственной деятельности, такую возможность дает дендроклиматический метод.

Составление таблиц годовых индексов прироста насаждений и использование некоторых упрощенных методов определения текущего прироста по натурным данным и таблицам позволяет не только учесть и выделить при исследовании влияния различных факторов, но и рассчитать годичный прирост совокупностей насаждений, что давно требуют от таксаторов экономисты.

Раздел 8. Установлено, что наиболее тесная связь прироста насаждений с данными солнечной активности, выраженной в числах Вольфа, выявляется не по длине ритмов и величине их значений, как предполагало большинство исследователей, а по средним амплитудам колебаний годовых индексов прироста сосны в связи с изменением солнечной активности по 22-летним циклам (табл. 3).

Исходные данные таблицы 3 позволили получить уравнения как по отдельным категориям местопроизрастаний, так и по всей их совокупности в целом, показывающие, что средняя амплитуда годовых индексов прироста сосны находится в прямолинейной связи с колебаниями уровня солнечной активности (в числах Вольфа). Особенно тесная связь величин амплитуд прироста и солнечной активности получена в уравнении, вычисленном для всех местопроизрастаний в целом

(среднее квадратическое отклонение равно 6%). Нужно отметить, что эта связь в условиях Литовской ССР верна для всех 22-летних периодов солнечной активности, по которым имеются достоверные данные чисел Вольфа, то есть за последние 200 лет.

Таблица 3
Средние амплитуды колебаний годовых индексов прироста сосны (в процентах) в связи с изменением солнечной активности по 22-летним циклам (окрестности Каунаса)

Годы	Число лет в периоде	Амплитуда солнечной активности, в числах Вольфа	Средняя амплитуда колебаний годовых индексов прироста сосны в различных местопроизрастаниях, в %			
			свежих	влажных	болотных	общая
1848—1871	23	112	8,0	5,3	9,5	7,6
1871—1894	23	86	6,6	4,1	5,6	5,4
1894—1918	24	76	5,9	2,4	4,1	4,1
1918—1937	19	89	5,2	6,5	6,5	6,1
1937—1958	21	149	11,5	7,9	9,9	9,8
В среднем	22	97	7,4	5,2	7,1	6,6

Раздел 9. Кратко рассматриваются общие закономерности колебаний прироста в сосновых насаждениях и их различия в разных географических и климатических подрайонах республики. Указывается, что в будущем, с накоплением массового дендроклиматического материала не только по сосне, но и по другим основным породам можно будет районировать леса Литвы и по особенностям динамики прироста.

Выводы и предложения

Установленные связи динамики прироста сосны с климатическими факторами и солнечной активностью позволяют нам сделать следующие основные научные и практические выводы и предложения:

1. Изучение ширины годовых слоев деревьев и последующая обработка измерений по специальной методике позволили установить, что колебания средних годовых слоев насаждений и совокупностей насаждений прироста сосны имеют ритмичный характер и довольно значительные амплитуды колебаний прироста по диаметру в отдельные периоды времени. В средневозрастных, спелых и перестойных чистых насаждениях в пределах одинаковых типов леса основные коле-

бания средней ширины годичных слоев древостоев при их изучении в относительных величинах — в индексах являются практически одинаковыми на разных высотах ствола (на $1/4$; $1/2$; $3/4$). Установленная закономерность требует дальнейшей проверки в молодняках и жердняках.

Исходя из вышесказанного, мы считаем, что динамика ширины годичных слоев в насаждениях сосны, начиная с 30—40-летнего возраста, рассчитанная в относительных величинах — индексах, достаточно хорошо отражает динамику текущего прироста всего насаждения по запасу.

2. Решающее влияние на годичный прирост насаждений оказывают температурный режим за период с сентября предыдущего года до августа настоящего года и режим влаги, фактически определяющий особенности роста насаждений в различных условиях (сухих, свежих, влажных, заболоченных и болотных). Динамика роста насаждений в некоторых условиях местопроизрастаний довольно хорошо отражает 11- и 22-летние ритмы солнечной активности и климатические колебания. Ритмы колебаний прироста сосны, например, в свежих местопроизрастаниях, определяются 9—13 и в среднем 11 годами. Прирост сосны на болотных местопроизрастаниях характерен ритмичностью в 20—22 года. Например, динамика прироста сосны на почвах нормального увлажнения в окрестностях Каунаса за последние 155 лет в среднем характеризуется периодичностью в 11,1 лет. Изменчивость отдельных ритмов от максимума до максимума прироста составляет 6—15 лет, а от минимума до минимума 5—24 года. В болотных типах местопроизрастаний ритмы прироста за 123 года равны в среднем 20,4 годам. Изменчивость их определяется в 15—31 год.

На свежих местопроизрастаниях десятилетний периодический прирост сосны по диаметру отклоняется от многолетних величин в среднем до $\pm 12\%$, на болотных местопроизрастаниях — до 25% . Текущие приросты сосны, рассчитанные по годичным, двухлетним и трехлетним слоям, в совокупностях насаждений отклоняются от средних многолетних на свежих местопроизрастаниях в среднем до $\pm 40\%$, на заболоченных и болотных — до $\pm 50\%$. В отдельных насаждениях сосны отклонения текущих приростов по диаметру от средних многолетних иногда достигают от -70 до $+100\%$.

Так, например, нами установлено, что за последний 60-летний период максимальные величины текущего прироста сосновых насаждений образовались в 1945 году, а максимальные отклонения текущих приростов по диаметру — от средних многолетних величин достигали на свежих по увлажнению почвах (Нерингский лесхоз) $+42\%$, на болотных (Зарасайский лесхоз) $+106\%$. Минимальные величины текущих при-

ростов наблюдались в годичных слоях 1940—1941 годов, где отклонения прироста составляли на почвах нормального увлажнения до -51% от средних многолетних и в 1934—1937 гг. на болотных — до -60% .

На основе данных анализа таблиц индексов прироста сосновых насаждений можно констатировать, что сопоставимыми во времени и в пространстве могут быть только данные текущего прироста, которые рассчитаны из одинакового числа годичных слоев. Если же данные текущего прироста вычислены из разного количества годичных слоев, то для сопоставления нужно воспользоваться таблицами, в которых, кроме годичных индексов прироста, вычислены средние (периодические) индексы по двум, трем, пяти и десяти годам.

Различие, которое выявляется при таком сопоставлении, может в некоторые годы достигать 40—50% абсолютной величины прироста. Такая разница, например, была получена при вычислении годичных и десятилетних индексов прироста для дендрошкалы сосновых насаждений, произрастающих в болотных условиях (Рокишкяйский лесхоз, 1949 г.).

3. Нами разработаны методические приемы определения влияния исследуемых факторов на текущий прирост. Они основаны на выявленных закономерностях колебаний прироста ствола по диаметру. Введено понятие «действительного» ($Z_{\text{мд}}$) и «нормального» ($Z_{\text{мн}}$) прироста насаждений. «Действительным» приростом называем конкретный прирост в данном году или за период лет, образовавшийся под влиянием всего комплекса факторов. «Нормальным» приростом называем ту часть прироста насаждения, которая образовалась или должна была образоваться под влиянием климатических факторов и возраста насаждений. Разность их ($Z_{\text{мх}}$) показывает роль остальных факторов, влияющих на прирост:

$$Z_{\text{мх}} = Z_{\text{мд}} - Z_{\text{мн}} \quad (3)$$

Для учета и элиминирования фактора возраста и климатических колебаний нужно применять различные индексы прироста в зависимости от длительности влияния исследуемого фактора на прирост насаждений.

Мы предлагаем дендроклиматические приемы для выяснения роли лесохозяйственных мероприятий и природных воздействий, что позволяет:

а) определять эффективность проходных и выборочных рубок, прореживаний насаждений, осушения почвы, минеральных и органических удобрений, а также посевов люпина;

б) установить степень ущерба, причиненного пожарами, энтомо- и фитовредителями, удалением лесной подстилки, влиянием дыма и газов на древесную растительность, действием засух.

4. Особое значение в дендроклиматических исследованиях имеет правильная верификация — сопоставление измеренных годовичных слоев по календарным годам. Это важно в тех случаях, когда возможно «выпадение» годовичных слоев при влиянии отрицательных факторов среды, а также при сопоставлении годовичных слоев древесины, время образования которой неизвестно.

Для верификации в лесоводственных и дендрохронологических целях могут служить:

- а) дендрошкалы — таблицы индексов прироста совокупности насаждений;
- б) спектры изменчивости годовичных слоев насаждений, вычисляемые на основе дендрошкал; они графически изображают степень изменчивости интервалов годовичного прироста в индексных процентах;
- в) процент сходства сравниваемого дендроклиматического материала по формуле:

$$C_x = \frac{[(n-1) - n] \cdot 100}{n-1}, \quad (4)$$

где C_x — процент сходства сравниваемых данных;

n — число годовичных слоев;

n — число несходных по направлению интервалов соседних годовичных слоев.

Эта формула помогает проверять правильность верифицирования дендроклиматического материала по календарным годам, поскольку процент сходства прироста нормально растущих отдельных деревьев с приростом целых насаждений в большинстве случаев колеблется от 50 до 90%. При неправильной верификации по годам, а также при верификации годовичных слоев деревьев, явно выросших в резко различных условиях местопроизрастаний, а также в местах, отдаленных географически, процент сходства снижается до 30—40%.

Для правильного использования отдельных образцов древесины в дендроклиматических исследованиях нами предложена схема классификации прироста деревьев сосны. Она учитывает среднюю величину ширины годовичных слоев изучаемых деревьев по сравнению с другими одновозрастными деревьями, растущими в аналогичных местопроизрастаниях, за последний и прошлые периоды, а также четкость реакции годовичного прироста на изменение климатических факторов.

Особенностью классификации является выбранный критерий — сравнение прироста отдельных деревьев с приростом насаждений.

5. Имеющиеся данные по динамике текущего прироста сосны за последние 100—200 лет по различным типам леса и типам местопроизрастаний, изученная ритмика колебаний

прироста насаждений, а также построение комплексных климатических показателей и изучение связей солнечной активности с приростом насаждений позволяют предсказать тенденции роста — снижение и повышение текущего прироста по отдельным местопроизрастаниям, а также определять амплитуды колебаний годовичных приростов в вековом аспекте при использовании сверхдолгосрочных климатических и солнечных прогнозов.

Пользуясь математической моделью организмов, предложенной проф. В. Г. Нестеровым (1961), мы разработали комплексный гидротермический показатель, отражающий основные ритмы прироста сосны на свежих, хорошо дренированных почвах:

$$O = \frac{(v_3 + 2v_2 + 3v_1 + 4v_0)(t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0)t_0}{100}, \quad (5)$$

где: v — осадки за год (сентябрь—август);

t — средняя годовая температура за те же месяцы; индексы 0, 1, 2, 3 — очередные годы: текущий, предыдущий и т. д.;

O — среда.

Прирост древесины связан с гидротермическим показателем почти линейно при среднем квадратическом отклонении на 7%.

Для других условий местопроизрастаний пришлось вычислить ряд других комплексных климатических показателей.

6. Связь прироста древесины с солнечной активностью нам удалось выразить в математической форме с помощью 22-летних характеристик. Для этого сначала определяли величину амплитуд прироста по элементам фаз солнечной активности. Затем находили из них среднюю годовичную амплитуду прироста (y). Наряду с этим устанавливалась средняя амплитуда солнечной активности как разница между средней величиной максимумов за 22-летний период и средней величиной ее минимумов за тот же период (x). Связь выразилась уравнением прямой:

$$y = 0,86x + 18. \quad (6)$$

Среднее квадратическое отклонение пяти исследованных конкретных 22-летних периодов от прямой уравнения определяется 6 процентами. Данная формула характеризует изменчивость прироста древесины в среднем для всех типов сосновых лесов в связи с изменчивостью солнечной активности, определенной числами Вольфа. Прямолинейные связи, характеризующиеся сходными величинами, также найдены и между амплитудами колебаний солнечной активности и амплитудами колебаний прироста древесины на отдельных местопроизрастаниях (свежих, влажных и болотных). Пользуясь этими и аналогичными приемами, можно осуществлять изучение ди-

намики солнечной радиации и климата в прошлом по данным анализа прироста древесины, а вместе с тем и делать прогнозы изменения прироста леса по прогнозам солнечной активности и климатических условий.

Статистическое изучение закономерностей колебаний в годовых индексах наиболее перспективно по фазовым отрезкам солнечной активности.

Наиболее характерным периодом по распределению величин прироста является второй минимум 22-летнего цикла солнечной активности, в котором, как правило, встречаются относительно пониженные величины индексов прироста сосны.

Сравнительно пониженной изменчивостью амплитуды годовичного прироста отличаются участки максимумов солнечной активности. Все ветви возрастающей и понижающейся солнечной активности в 22-летнем цикле отличаются сравнительно большей изменчивостью прироста сосны. Повышенной изменчивостью отличаются годовичные приросты образовавшейся во втором минимуме 22-летнего цикла солнечной активности.

7. В проектах организации лесного хозяйства данные дендроклиматических исследований могут быть использованы с целью:

- а) оценки условий роста насаждений за прошлое время;
- б) прогноза будущих условий роста насаждений и будущих приростов на последующий лесоустроительный период (десятилетие и более продолжительные периоды);
- в) определения годовичного текущего прироста по запасу насаждений:

$$Z_{\text{мг}} = \frac{Z_{\text{мп}} U_{\text{г}}}{100}, \quad (7)$$

где: $Z_{\text{г}}$ — годовичный прирост за определенный год, в м³;

$Z_{\text{мп}}$ — средний периодический текущий прирост, рассчитанный по таблицам текущего прироста, в м³;

$U_{\text{г}}$ — средний годовичный индекс прироста совокупностей насаждений, в %;

г) оценки лесохозяйственных мероприятий и степени повреждений вредителями, а также полезных влияний природы на текущий прирост насаждений.

В заключение можно сказать, что в плановом высокоинтенсивном лесном хозяйстве дендроклиматический метод изучения текущего прироста насаждений может найти довольно широкое применение.

Разработанные нами приемы дендроклиматического метода позволяют контролировать текущий прирост древесины, составлять его прогнозы, а также вычислять влияние разных факторов на прирост лесонасаждений.

Однако до сих пор дендроклиматические исследования как

в нашей стране, так и за рубежом в большинстве случаев были случайными и имели ограниченное применение. В связи с этим мы и стремились выделить наиболее перспективные приемы дендроклиматических исследований, объединить их в единую систему и разработать некоторые новые предложения. В частности нами разработана методика выделения исследуемых факторов по доли участия их в формировании годовичного прироста и намечены наиболее перспективные методы прогноза текущего прироста, зависящего от динамики явлений природы.

Мы надеемся, что результаты и приемы дендроклиматических исследований могут быть полезны и в смежных лесоводству научных исследованиях, в первую очередь в экологии древесных растений, в гидрологии и климатологии, а также в дендрохронологических работах, в частности — в археологии.

По материалам диссертации опубликованы следующие статьи:

1. Закономерности прироста насаждений. «Мусу Гирес», (Наши леса). 1961, № 9(158). (На литовском языке).
2. Текущий прирост насаждений и климатические факторы. Тезисы 8-й конференции преподавателей Литовской с.-х. академии. Каунас, 1962. (На литовском языке).
3. Исследование текущего прироста насаждений в Литовской ССР. «Лесной журнал», 1963, № 4. (Соавтор В. Антанайтис).
4. Динамика прироста насаждений и возможности ее прогнозирования (в условиях Литовской ССР). Доклады ТСХА, 1964, вып. 99.
5. Сосны предсказывают погоду. «Мусу Гамта», (Наша природа). 1964, № 3. (На литовском языке).
6. К вопросу об изучении связи колебаний климата и прироста насаждений. Доклады ТСХА, 1965, вып. 103.
7. Прирост древесины в лесах Литвы. «Мусу Гамта», (Наша природа). 1965, № 3. (На литовском языке).
8. К вопросу о применении дендроклиматических методов в лесном хозяйстве. Доклады ТСХА, 1965, вып. 115.

Л 87567 9/II—66 г. Объем 1 п. л. Заказ 270. Тираж 175

Типография Московской с.-х. академии имени К. А. Тимирязева
Москва, А—8, Тимирязевская ул., 44